This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

HD WIDENER
HW SSC5 -

Chem
2008
27

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

MANIPULATIONS CHIMIQUES,

PAR FARADAY,

PROFESSEUR DE CHIMIE A L'INSTITUT ROYAL DE LONDRES;

TRADUIT DE L'ANGLAIS

PAR M. MAISEAU,

TRADUCTEUR DE L'ENQUÊTE DU PARLEMENT ANGLAIS SUR L'INDUSTRIE,

ET REVU POUR LA PARTIE TECHNIQUE

PAR M. BUSSY,

PROFESSEUR DE CHIMIE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS, ETC., ETC.

TOME II.

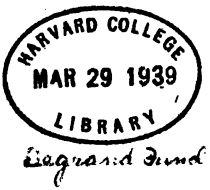
PARIS.

A. SAUTELET ET Cie, LIBRAIRES,

PLACE DE LA BOURSE.

M DCCC XXVII.

Chem 2008.27



MANIPULATIONS

CHIMIQUES.

SECTION XVI.

Chimie des tubes.

847. On a fréquemment eu occasion, dans les chapitres précédens, de décrire des appareils formés en partie ou en totalité de tubes de verre. L'objet de cette section est de montrer les usages importans des appareils de ce genre. La facilité avec laquelle ils peuvent suppléer à plusieurs instrumens compliqués, l'économie et la célérité qui en résultent dans la pratique, enfin les avantages particuliers qu'on en retire, quand on examine des substances rares et précieuses, ces motifs nous ont engagé à réunir sous un seul titre, tout ce qui a rapport à ce sujet.

848. Les tubes nécessaires pour le genre de manipulations qui nous occupe, sont des tubes en verre d'un pouce de diamètre et au-dessous, et d'une épaisseur variable. Les plus utiles sont ceux dont le verre n'a que l'épaisseur d'une carte à jouer ou d'un carton mince. On les coupe de toutes longueurs, au moyen de limes triangulaires. Si l'on n'a pas dans le laboratoire de table ou lampe d'émailleur (221), on peut y suppléer au moyen d'une lampe à esprit de vin et du

chalumeau à bouche (196). Il faut toujours avoir un tiroir garni de tubes bouchés à l'une de leurs extrémités, de tous les diamètres et de toutes les longueurs depuis 1 pouce jusqu'à 6. On emploie pour cela les fragmens de tubes que l'on casse journellement, et que l'on façonne à la lampe chaque fois qu'on a un moment de loisir. (Voyez la section XIX.)

849. Ces tubes remplacent parfaitement les éprouvettes. L'on peut, lorsqu'on opère sur de petites quantités, y faire des précipités, les y conserver et les y laver dans les intervalles des opérations; il est aisé de les maintenir dans une position convenable en les plaçant dans un gobelet ou un grand verre à vin, si l'on n'aime mieux faire un support pour chaque tube, avec un morceau de liège percé dans le milieu (58). Ce qu'il y a de mieux pour les personnes qui se servent habituellement de tubes, est un râtelier à tubes, composé de deux planches, dont l'une, percée de trous pour recevoir les tubes, est fixée à deux ou trois pouces au-dessus de l'autre; ou bien d'une planche de six pouces de longueur, à trois pouces au-dessus de laquelle quatre montans verticaux en fil de fer supportent un treillage métallique. Dans les intervalles du treillage on place les tubes, qui sont ainsi maintenus dans une position convenable. La bouteille à laver (372) est un accessoire indispensable lorsqu'on manipule avec des tubes, soit pour fournir de l'eau en très-petites quantités, soit pour détacher des précipités des parois intérieures.

850. Lorsque la nature des expériences exige que le contenu du tube soit agité, on en bouche avec le doigt l'ouverture, puis on le secoue fortement; si l'on craint que le doigt ne communique quelque corps étranger,

capable d'influer sur l'expérience, ou qu'il s'agisse de substances corrosives, on peut, en élevant et en abaissant alternativement dans le liquide une baguette de verre, n'ayant que la moitié du diamètre du tube, opérer un mélange parfait. Quelquefois encore, lorsque la matière est en petite quantité, on parvient à la mélanger exactement en saisissant d'une main le tube par l'extrémité supérieure avec une certaine raideur, et passant rapidement l'index de l'autre main sur la partie inférieure, de manière à lui communiquer de légères secousses et une agitation rapide au contenu. Nous n'avons insisté sur ce sujet que parce que les substances contenues dans un vaisseau aussi étroit sont beaucoup plus difficiles à mélanger que dans des verres ou des flacons ordinaires, surtout si la profondeur du liquide est de plus d'un pouce.

851. Dans les analyses délicates, ces tubes sont extrêmement commodes en raison de la facilité qu'ils procurent pour juger de l'effet produit par les réactifs sur les matières que l'on traite; car en comparant de cette manière de petites quantités de liquide, il est impossible que la plus légère différence résultant de l'action des réactifs puisse passer inaperçue.

852. L'on peut employer avec avantage des tubes pour la fusion de certaines substances, telles que la cire, le camphre, la naphtaline, etc. Lorsqu'on fait fondre de la naphtaline avec l'eau ou une dissolution de potasse, il faut avoir soin d'introduire dans le tube deux fils métalliques, l'un entièrement vertical, traversant la naphtaline, et plongeant dans le liquide, tandis que l'autre, recourbé à ses deux extrémités, adhère à la substance. Lorsque l'opération est terminée,

on laisse refroidir, l'on enlève le fil vertical, et l'on retire la naphtaline à l'aide du second.

853. La solidité des tubes, et la facilité avec laquelle on peut les exposer à l'action de la chaleur du bain de sable, ou d'une lampe à esprit de vin, etc., permet de s'en servir avec succès pour remplacer les fioles (371) et autres vaisseaux dans un grand nombre d'expériences (237); un de leurs avantages les plus importans est de laisser voir parfaitement les progrès de l'opération à l'intérieur. C'est surtout lorsqu'on y fait des dissolutions au moyen des acides (opérations auxquelles ils sont très-propres), que cet avantage précieux se fait sentir. Les progrès de la cristallisation des précipités dans une dissolution chaude s'observent aussi beaucoup mieux dans un tube que dans tout autre vaisseau (547). On a d'ailleurs la facilité de ralentir le refroidissement d'une manière presque illimitée, soit en entourant le tube d'une flanelle, soit en le mettant en contact avec un corps échauffé, et enveloppant le tout. Il est des expériences où cet avantage ne saurait être trop apprécié.

854. Les tubes sont quelquefois portés à une chaleur trop forte pour que la main puisse la supporter; on remédie à cet inconvénient en les entourant d'une bande de papier ployé, présentant de huit à douze épaisseurs, dont on rapproche et tortille les deux extrémités, de manière à former une espèce de manche. On peut encore se servir d'un morceau de liège, à l'extrémité duquel on pratique un anneau pour recevoir le tube qui, en raison de l'élasticité du liège, s'y trouve retenu comme par un ressort. Il faut avoir une demi-douzaine de ces anneaux pouvant s'adapter aux tubes de différentes grosseurs. Quelquefois

enfin, on taille un bouchon ordinaire de manière à ce qu'il présente des angles, et ne ferme plus hermétiquement le tube dans l'ouverture duquel on l'enfonce, et l'on s'en sert comme d'un manche. On a surtout recours à ce moyen lorsque la surface entière du tube doit rester à découvert.

855. En raison de leur petit diamètre, les tubes résistent beaucoup mieux à la pression intérieure que des vaisseaux plus grands, tels que des flacons qui auraient la même épaisseur de verre. Cette solidité est d'un grand avantage pour des dissolutions ou digestions dans certains liquides, tels que l'alcohol, l'éther, et quelquefois même l'eau, parce qu'elle donne la facilité de soumettre ces substances volatiles à des températures égales (371), et souvent même supérieures à celle de leur ébullition, sans perte de liquide (87). Cela s'exécute aisément avec l'alcohol, l'éther, et autres liquides également volatils, au moyen de tubes de quatre à six pouces de long, et d'un diamètre assez petit pour pouvoir être promptement et parfaitement fermés avec le doigt. Supposez un tube de cette espèce, rempli d'alcohol au tiers de sa capacité, et tenu entre le pouce et le second doigt de la main gauche, de manière à ce qu'on puisse en fermer l'orifice avec l'index de la même main. Il faudra soulever l'index, et appliquer la chaleur d'une lampe à esprit de vin jusqu'à ce que l'alcohol entre en ébullition; on fermera alors de nouveau l'ouverture avec le doigt, et il suffira d'appliquer par intervalles la flamme de la lampe pour tenir la température élevée au point d'ébullition. L'alcohol ne peut s'évaporer, car le doigt s'opposerait à la sortie de la vapeur quand même la force de celle-ci serait égale à deux atmosphères, pourvu toutefois que

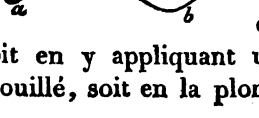
le tube fût assez solide pour résister à la pression intérieure.

Cette manière d'opérer est très-avantageuse lorsque l'on emploie des dissolvans précieux et volatils. Il faut donc avoir égard aux diverses circonstances qui indiquent l'état et la température du liquide, et peuvent faciliter l'opération. S'il s'agit d'un liquide qui, comme l'alcohol, produit une chaleur insupportable à la main, quand il est à son point d'ébullition ou au-dessus, il faut avoir soin de ne point laisser échapper tout l'air atmosphérique que contenait le tube avant d'y appliquer le doigt, sans quoi la vapeur qui s'élèverait du liquide en échaufferait bientôt toutes les parties, et ne permettrait plus de le tenir; si on laisse au contraire une portion d'air dans l'intérieur, elle est toujours soutenue à la partie supérieure par la vapeur qui se forme et se condense successivement, et maintient cette partie du tube à une température un peu plus basse, et par conséquent très-supportable. On peut facilement retenir la quantité d'air nécessaire pour produire cet effet, en fermant le tube à l'instant où l'alcohol entre en ébullition, et avant que la partie supérieure ait eu le temps de s'échauffer. Si l'on a laissé échapper une grande quantité d'air, il faut, dès que l'on s'aperçoit que le tube s'échauffe à la partie supérieure, suspendre pendant une minute ou deux l'application de la flamme, laisser la température revenir au-dessous du point d'ébullition, ouvrir le tube, refroidir un peu la partie supérieure avec un morceau de papier humide, ou par le contact d'un corps froid, puis refermer le tube avec l'index comme auparavant.

856. L'état du liquide intérieur est indiqué en partie

par la pression de l'air ou de la vapeur sur le doigt, qui est repoussé hors du tube par une force proportionnelle à l'élévation de la température au-dessus du point d'ébullition, et attiré, au contraire, dans l'intérieur lorsqu'elle n'atteint pas ce point. Cette indication est en général suffisante pour faire juger si la température est au-dessus ou au-dessous du point d'ébullition; cependant, lorsque le doigt est resté long-temps exposé à l'action d'une pression considérable, il devient moins sensible aux faibles pressions, et ne peut alors servir à faire connaître avec sûreté l'instant où le degré de la température est précisément celui du point d'ébullition du liquide dans l'air atmosphérique. Ce point est néanmoins facile à reconnaître en diminuant un peu la pression du doigt; s'il se manifeste alors dans le liquide un mouvement d'ébullition brusque et instantanée, c'est une preuve que la température est plus élevée que le point d'ébullition sous la pression atmosphérique; mais si le liquide demeure tranquille jusqu'à ce que le doigt soit entièrement soulevé, c'est un indice non moins certain que la température est au-dessous de ce point.

857. Dans les opérations de longue durée, où il s'agit, par exemple, de dissoudre des corps difficilement solubles, on se sert avec beaucoup d'avantage d'un tube recourbé semblable à celui représenté en marge. En élevant l'extrémité ouverte du tube, l'acide ou autre liquide, qui est volatilisé et distillé dans la partie *b*, est aisément reporté sur la substance en *a*, sur laquelle il est destiné à réagir. Il est facile de refroidir la partie *b*, soit en y appliquant un petit morceau de papier mouillé, soit en la plongeant dans l'eau ou dans un



mélange réfrigérant. Cette manière d'opérer est souvent d'une grande utilité pour la dissolution des substances qui ne sont que lentement attaquées par les acides, comme certains métaux et quelques minérais métalliques.

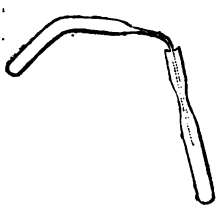
858. La description de ce procédé servira également à expliquer l'usage de l'appareil à tube pour la distillation; la partie *a* correspond à la cornue, et la partie *b* au récipient de l'appareil ordinaire (414). Après avoir versé dans le tube le liquide qu'on se propose de purifier ou de distiller, on le ferme avec le doigt, on applique la chaleur en dessous, la vapeur s'élève, se condense sur les parois du tube, et entraîne avec elle, en descendant, la portion de liquide qui aurait pu y rester adhérente l'orsqu'on l'a introduit. On continue l'opération jusqu'à ce que le tube soit parfaitement nettoyé, et qu'il ne reste en *b* rien qui puisse altérer la pureté des produits distillés (1). On place ensuite le tube comme dans la figure, et la chaleur étant appliquée au liquide, il sera distillé dans l'angle *b*, que l'on refroidira avec du papier humide ou avec de l'eau. Si l'opération n'a pas réussi comme on le désire, il est aisé de faire revenir le produit à sa première place, et de répéter l'opération; si au contraire l'on est satisfait du résultat, on coupe facilement le tube en *c*, avec une lime (1060), et l'on obtient ainsi les produits de la distillation dans la partie bouchée avec le doigt, qui forme un récipient séparé.

859. On opère fréquemment la dissolution dans un appareil à tube absolument semblable à la cornue et

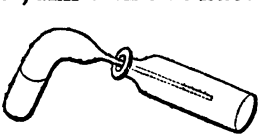
(1) Le tube doit être tenu, pendant toute cette opération préliminaire, dans une position verticale, c'est-à-dire de manière que ses deux extrémités soient sur une même ligne verticale.

au récipient ordinaires. Un morceau de tube bouché à l'une de ses extrémités, et courbé comme dans la figure ci-jointe, forme ce qu'on appelle

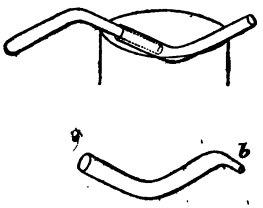
un tube cornue (*tube-retort*). On y introduit facilement des substances liquides au moyen d'un petit entonnoir, que l'on se procure en étirant à la lampe un tube de verre d'environ un demi-pouce de diamètre. Le récipient, pour une semblable cornue, se fait avec un morceau de tube droit d'un plus grand diamètre, fermé également à l'une de ses extrémités. Il ne s'agit plus alors que d'introduire le col du tube-cornue à un pouce ou un peu plus de profondeur, dans le *tube-récipient;* on laisse l'ouverture libre; le refroidissement peut être opéré par l'un des moyens ordinaires. Il est quelquefois avantageux d'étirer le col du tube-cornue en tube capillaire, comme on l'a précédemment décrit (430); il peut entrer alors dans les vaisseaux dont les orifices et les cols sont les plus étroits. Dans d'autres circonstances c'est le col du tube-récipient qu'il est bon de rétrécir d'une manière semblable, comme on le verra plus bas (863).



860. Quand on se sert d'un grand tube-cornue, il est souvent indispensable d'en effiler et d'en rétrécir le col, afin d'en diminuer la capacité, et par conséquent la quantité de vapeur qu'il peut contenir; un flacon à col étroit fait, dans ce cas, un excellent récipient. On varie quelquefois avec avantage la forme du tube-récipient,



on en fait avec un morceau de tube courbé, ouvert aux deux extrémités, l'une étant rétrécie comme on le voit en *b*, dans la figure suivante; cette forme est très-



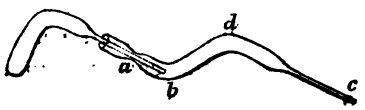
convenable pour verser sans perte de petites portions du liquide qu'il contient. Il suffit alors de mettre la petite extrémité *b* contre une baguette ou une plaque de verre, et d'incliner le récipient, pour en faire sortir le liquide en quantité aussi petite ou aussi grande qu'on le désire.

861. Ces vaisseaux tubulaires peuvent être supportés avec facilité sur la table, au moyen de deux ou trois morceaux de tubes ou baguettes de verre placés transversalement (59); on peut aussi les poser sur des verres ordinaires, ou sur un support de cornue. Toutes ces dispositions sont fort simples, et ne sauraient présenter aucune difficulté. On refroidit ces récipiens avec un papier humide, ou en les plaçant dans un vase contenant de de l'eau, ou enfin en les enfonçant dans un trou pratiqué dans un morceau de glace, dans lequel on introduit quelquefois un peu de sel (421).

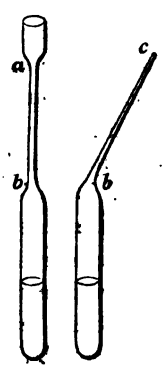
862. Lorsque, indépendamment d'un produit liquide, on doit s'attendre à recueillir également un gaz quelconque, dans une distillation en petit, on peut donner au tube la forme ci-contre. Si le produit doit être distillé deux fois pour être à un degré de pureté

suffisant, on le distille d'abord dans un récipient semblable à celui indiqué dans la seconde figure de ce §, cette opé-

ration terminée, on retire la cornue, et à l'aide du chalumeau on ferme le récipient au point *a*. La seconde rectification se fait, soit en appliquant la chaleur en *b*, et en plaçant un autre récipient en *c*; soit en tournant le tube dans la position qu'il présenterait en renversant la figure ci-jointe, appliquant la chaleur en *a*, recueillant le produit dans le coude *d*.



863. On peut, au moyen d'un tube, fabriquer un vaisseau très-commode, qui serve à la fois de récipient et de flacon. A cet effet on ramollit à la lampe, à un pouce de son extrémité ouverte, un tube d'environ un tiers de pouce de diamètre, sur quatre pouces de longueur, fermé à l'autre extrémité. Lorsqu'il est uniformément échauffé sur tous les côtés, on le retire de la flamme, et on l'effile de manière à former un col long et étroit (1079). La substance distillée, telle que l'acide sulfureux (428, 859), ou du chlorure de phosphore, est conduite dans le récipient au moyen d'un tube très-délié, semblable à celui déjà décrit (416, 430, 859). Lorsqu'on a distillé une quantité suffisante de liquide, on retire le col capillaire de l'appareil, on ramollit le tube en *a* à l'entrée de la flamme, et l'on enlève l'extrémité de manière à ce que le col se termine par une ouverture extrêmement petite; on chauffe de nouveau en *b*, et on le courbe comme dans la seconde figure. L'orifice *c* se ferme ensuite aisément, en le tenant un moment à l'en-

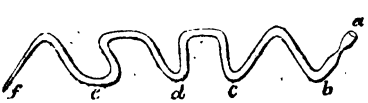


trée de la flamme. Quand on a besoin d'une petite portion de la substance renfermée dans le récipient, on en casse l'extrémité, et l'on incline le tube jusqu'à ce que *b* devienne la partie la plus élevée; on fait passer, au moyen d'une légère secousse, une certaine quantité de liquide dans le col un peu au-dessus de *b*, où il reste, et forme une colonne de peu de hauteur; mais en appliquant la main à la partie plus épaisse du tube, l'air se dilate, et force le liquide à passer dans le col d'un autre tube, ou dans tout endroit où l'orifice *c* peut avoir été dirigé. De cette manière on peut employer le liquide en totalité, ou en aussi petite quantité qu'on le désire. Lorsqu'on n'en prend qu'une portion, on replace le tube dans une position verticale, on en scelle l'extrémité à la lampe, et la substance se trouve renfermée jusqu'à ce qu'on en ait besoin de nouveau.

864. Les récipiens de ce genre sont fort utiles pour retenir des liquides précieux et volatils; ce sont même les meilleurs dont on puisse se servir pour certains corps, tels que l'acide sulfureux (428). Si l'on renferme cette substance dans des flacons ordinaires, une grande quantité se volatilise subitement chaque fois qu'on ouvre les flacons; et en raison du froid instantanément produit, le fond du flacon se brise et se détache presque toujours. Il n'en est pas de même des vaisseaux que nous venons de décrire; on peut toujours leur donner assez peu d'épaisseur pour résister à cet abaissement subit de température; on peut même les refroidir préalablement à l'aide d'un morceau de glace et d'un peu de sel (451, 861). De petites quantités d'acide sulfureux se conservent fort bien dans des tubes semblables; l'on a vu plus haut la manière d'en extraire les quantités dont on pouvait avoir besoin. Quand on

se sert de ces tubes pour l'acide sulfureux, il faut, comme on le pense bien, les tenir dans un mélange réfrigérant, non-seulement pendant la distillation (421), mais encore pendant qu'on en détache l'extrémité (863), qu'on les bouche et qu'on donne au col la courbure dont nous avons parlé, si toutefois on le juge nécessaire. La meilleure méthode pour les boucher est de retirer d'abord le tube du mélange réfrigérant, et de diriger sur l'extrémité la flamme de la lampe, puis d'élever le mélange réfrigérant, ou de replonger le tube sans que l'extrémité cesse d'être exposée à l'action de la flamme. De cette manière le courant de gaz qui se dégageait par l'orifice, pendant que le tube était hors du mélange, et qui empêchait cette extrémité de se fermer, venant à cesser par la condensation du gaz, le verre fondu par la flamme se ramasse en boule à l'extrémité, et bouche l'orifice. On s'assure facilement qu'il est parfaitement scellé, en appliquant un peu d'ammoniaque à l'extrémité; s'il se produit alors la moindre vapeur, c'est une preuve que l'ouverture n'est pas complètement fermée.

865. On peut faire dans le même tube plusieurs rectifications successives, en le courbant en plusieurs sens comme dans la figure ci-jointe; on a reconnu qu'un appareil semblable était d'une grande utilité dans les expériences sur les liquides obtenus de la compression du gaz de l'huile. On introduit le liquide par l'extrémité ouverte *a*, de manière à ce qu'il reste dans l'angle *b*, ensuite appliquant la flamme d'un petit chalumeau, on amollit le col du

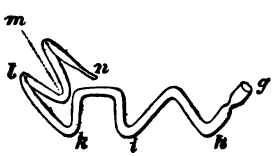


tube, on l'effile et on le ferme, en laissant ouverte l'extrémité capillaire en *f*. En échauffant modérément *b*, et en refroidissant *c*, il s'opère une distillation de la partie la plus volatile, qui est recueillie en *c*; au bout de quelques instans, appliquant la chaleur en *b* et *c*, et refroidissant *d*, on peut effectuer la rectification du produit en *c*, et cette distillation se répète sur le liquide en *d*, en refroidissant *e*. Les angles du tube étant disposés comme dans la figure, on peut, en élevant l'extrémité *f*, faire retourner en *b* les produits contenus en *c* et en *d*, et recommencer ainsi la distillation trois ou quatre fois, jusqu'à ce que les produits aient acquis toute la pureté désirable. Le produit en *e* ne peut être réuni au reste, et cette partie du tube doit être maintenue à un degré de froid considérable.

866. Dans les expériences auxquelles on a soumis le produit liquide provenant de la condensation du gaz de l'huile, la plupart des distillations de ce genre ont eu lieu dans des vases clos, afin d'empêcher que les parties les plus volatiles ne se dissipassent dans l'air. Après avoir introduit le liquide en *b*, et scellé à la lampe l'extrémité *a*, on élevait l'extrémité *f* de manière à ce qu'elle devînt le point le plus élevé de l'appareil, puis on appliquait la chaleur à la partie inférieure, jusqu'à ce que la vapeur combustible sortît en *f*, on approchait alors cette extrémité de la lampe, en laissant baisser la température des autres parties; la vapeur intérieure se condensait bientôt, et l'on fermait l'ouverture. Ramenant ensuite tout le liquide en *b*, l'on procédait aux distillations et aux rectifications, et lorsque le liquide était revenu en *e*, il était aisé, en ouvrant *f* sous le mercure, de s'assurer s'il était assez volatile

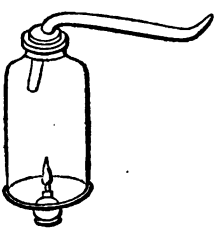
pour se dégager sous la forme gazeuse à la pression ordinaire, et alors on le recueillait facilement dans des cloches.

867. Il est inutile de nous étendre sur la facilité que procure la disposition des angles pour faire revenir le liquide sur lui-même, suivant les degrés d'inclinaison des différentes parties du tube. Si on le courbe en *l*, (*voyez la figure en marge*) de manière à ce que la partie de *l* à *n* forme un plan perpendiculaire à celui qui comprend toute la partie de *l* en *g*, on peut faire revenir séparément les produits de *k* en *h*, et de *m* en *k*, de sorte que les parties les plus volatiles, ainsi que les plus fixes, peuvent revenir dans des angles différens, et y être distillées de nouveau sans se mélanger d'aucune manière. Avant de façonner le tube, on obtient des angles au degré d'inclinaison voulu, en s'essayant sur un fil métallique recuit, qui sert ensuite de modèle.



868. Les tubes-cornues servent souvent avec avantage pour la purification des substances volatiles précieuses que l'on veut distiller dans le vide. On étire à la lampe la partie voisine de l'extrémité ouverte d'un tube-cornue ordinaire (859), comme on le voit en *a* (863), on introduit le liquide, et on enlève l'extrémité à la lampe, pour y laisser la petite ouverture qui doit être scellée; tenant alors le tube-cornue l'ouverture en haut, on chauffe la partie inférieure jusqu'à ce que le tube soit rempli de vapeur (866), puis l'on ferme cette ouverture de la manière indiquée plus haut. Lorsque le tube est refroidi, on porte toute la substance à l'une des extré-

mités, et l'on opère la distillation, soit en élevant la température de cette partie, soit en refroidissant l'extrémité opposée. Une excellente méthode, pour les distillations lentes, consiste à faire passer l'extrémité du tube contenant la substance, à travers un bouchon que



l'on adapte sur l'ouverture d'une cloche à gaz; cette dernière étant sur un support de cornue ou sur deux briques, on place en dessous une petite lampe à esprit de vin, et l'on obtient ainsi à l'intérieur de la cloche une atmosphère d'air chaud, qui entoure le tube et opère la distillation. La partie extérieure où doit se produire la condensation peut être refroidie soit par le seul contact de l'air, soit par l'application de l'eau (414, 434) ou d'un mélange réfrigérant (421, 451).

869. Il est facile de juger de l'utilité des tubes pour la *sublimation*, d'après ce qui a été dit en traitant de cette opération (459), et ce que l'on vient de lire sur leur application à la distillation. Tout corps volatil, tel que le camphre, le calomélas, etc., placé au fond d'un tube droit, fermé à son extrémité inférieure, et soumis à l'action de la chaleur, se sublime et se condense dans la partie supérieure non échauffée (1060); l'on sépare aisément à l'état de pureté le produit de la sublimation, en coupant le tube au-dessus du résidu.

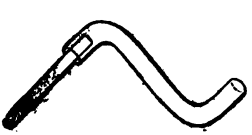
Il est cependant plusieurs circonstances qui peuvent influer sur la condensation plus ou moins parfaite de la vapeur, et qui exigent par conséquent quelque attention. S'il s'agit d'une substance qui se condense facilement, et que le simple contact de l'air suffise pour main-

tenir la partie supérieure du tube à un degré de froid nécessaire, la seule difficulté qui puisse se présenter n'a rapport qu'à la position à donner au tube. Plus cette position s'approche de la ligne verticale, plus la partie soumise à l'action de la flamme ascendante est considérable; plus au contraire le tube est incliné parallèlement à l'horizon, moins la partie échauffée a d'étendue. Il faut donc profiter de cette circonstance suivant la nature des substances. Avec le cinnabre, l'arsenic, le calomélas, et tous les corps qui exigent une haute température pour se réduire en vapeurs, le tube doit être tenu dans la position verticale; le point où commence la condensation se trouve ainsi plus éloigné de l'endroit où est placée la substance brute, et les cristaux eux-mêmes sont mieux formés, parce qu'ils perdent moins rapidement leur température; mais s'il s'agit de substances qui, comme l'iode, la naphtaline, le camphre, le sublimé corrosif, etc., se convertissent en vapeur à une basse température, ou passent à l'état liquide avant de se solidifier, il faudra que la position du tube soit presque horizontale, afin que la partie où la condensation doit avoir lieu ne soit pas trop échauffée, et que le liquide qui s'y condense ne retombe pas immédiatement au fond du tube.

870. Il peut même arriver qu'il soit nécessaire de refroidir la partie où s'opère la condensation, et alors on se servira du doigt, préalablement humecté, ou d'une feuille de fer-blanc ou de cuivre, dont on entourera le tube (1242), ou bien enfin d'une bande de papier mouillé (414), dont on entretiendra l'humidité. Il est encore un excellent moyen de produire rapidement la condensation, lorsqu'on veut enlever de suite une partie de la substance sublimée; il consiste à intro-

duire dans le tube servant à la sublimation l'extrémité fermée d'un tube plus petit contenant un peu d'eau; mais il ne faut y avoir recours qu'avec les substances qui se vaporisent à des températures très-basses, et qui se condensent facilement, comme l'iode, le camphre, la naphtaline, etc.; car si un tube très-froid était mis en contact avec des vapeurs très-chaudes, comme celle du mercure par exemple, il est à présumer qu'il se briserait, ce qui pourrait occasioner des accidens. Dans le premier cas, la substance se condense sur l'extérieur du tube introduit, et l'on peut l'obtenir en peu de temps. On peut se servir de la même manière d'un tube rempli de mercure, et même d'une baguette de verre ou d'une tige métallique froides; mais alors il ne faut pas prolonger l'expérience de manière à échauffer la baguette ou le tube, car leur pouvoir condensant serait détruit. On ne doit point les retirer immédiatement avec la substance qui les recouvre lorsqu'ils sont échauffés; mais il faut attendre que la température ait baissé; sans quoi l'on s'exposerait à perdre une grande partie du produit par la vaporisation qui aurait lieu au contact de l'air.

871. On effectue la sublimation d'une manière aussi simple que commode en condensant les vapeurs dans un tube plus large et plus court que celui qui sert à la sublimation, et placé au-dessus de l'ouverture de ce dernier; on peut même, au lieu de tube, se servir d'un flacon ou d'une fiole. Une forme excessivement convenable pour un tube à condenser les vapeurs pesantes et les substances telles que l'iode, la naphtaline, etc., est celle indiquée par la figure ci-jointe, le tube re-



courbé n'ayant que le diamètre absolument nécessaire pour recouvrir l'autre exactement. La condensation a lieu principalement dans la partie supérieure du milieu du tube, et il est très-aisé d'opérer le refroidissement, soit au moyen de papier humide, soit par l'immersion du tube dans l'eau (414).

872. M. Berzélius s'est servi pour certaines sublimations d'un tube ouvert par les deux bouts, d'environ six pouces de longueur, et d'un peu plus d'un demi-pouce de diamètre, tenu dans une position inclinée. Lorsque la substance y est placée, et soumise à l'action de la chaleur, il s'établit un courant d'air gagnant la partie supérieure et non échauffée du tube; ce courant entraîne avec lui les vapeurs, et celles-ci se condensent à l'état liquide ou solide, suivant leur nature. L'air ayant accès dans le tube, tout corps combustible qui y est échauffé doit par conséquent brûler, et c'est même de cette propriété que résulte l'avantage particulier à ce genre de tube. Un mélange brut contenant un excès de soufre avec une très-petite quantité de sélénium, ayant été mis dans la partie inférieure et chauffé, le soufre s'enflamma, et, formant de l'acide sulfureux, se répandit dans l'atmosphère; le sélénium se sublima, et se condensa presque en entier dans la partie supérieure du tube, de sorte qu'il ne resta que quelques impuretés non volatiles à la place où était le mélange. On put ensuite sublimer ou examiner de toute autre manière la portion de sélénium, et reconnaître ainsi la plupart de ses propriétés. C'est dans les expériences variées de recherche et d'analyse, que l'on est obligé d'avoir recours à tous

ces procédés qui facilitent singulièrement la manipulation. Ils sont surtout précieux lorsque l'on a pour but d'opérer la séparation des corps que l'on suppose présens, sans égard pour les petites pertes qui pourraient avoir lieu.

873. Les tubes offrent une bien grande facilité pour chauffer, et même à un très-haut degré, un grand nombre de substances, dans les vapeurs des corps volatils qui sont ou solides ou liquides à la température ordinaire. Si l'on met un petit morceau de naphtaline dans un tube bouché à l'une de ses extrémités, maintenu dans une position inclinée, et échauffé à sa partie inférieure, la naphtaline se fondra, se sublimera, se condensera à la partie supérieure, et redescendra à l'état liquide vers le bas du tube; mais aussitôt qu'elle aura atteint la partie échauffée elle se volatilisera de nouveau, pour être encore condensée, et redescendre comme auparavant. On peut tenir le bas du tube à la chaleur rouge pendant une demi-heure, et même davantage, et avoir ainsi, pendant cet intervalle, un tube rempli de vapeur de naphtaline à peu près pure. On peut produire le même effet, avec un peu d'attention et de pratique, au moyen de l'alcohol, de l'éther, du soufre, de l'iode même, et avec un nombre considérable d'autres agens chimiques importans. Il sera donc facile, en plaçant une substance fixe quelconque au fond du tube, de la chauffer au rouge pendant un espace de temps assez long dans la vapeur d'un corps volatil, et d'agir ainsi avec ces vapeurs sur les métaux, les oxides métalliques. On pourra de la même manière chauffer au rouge de la vapeur de soufre ou autre corps volatil, en contact avec la vapeur de l'éther ou de la naphtaline; enfin on pourra opérer la décom-

position de ces dernières substances, en les portant à la chaleur rouge ou blanche, et exécuter ainsi un grand nombre d'expériences importantes avec la certitude d'obtenir des résultats satisfaisans.

874. Lorsqu'on manipule habituellement avec des tubes, on a souvent à faire sécher les précipités ou les poudres qu'ils renferment, à faire évaporer jusqu'à siccité les liquides qui y sont contenus. Ces procédés sont plus faciles qu'on ne l'imagine généralement; mais, malgré leur simplicité, ils exigent des précautions et des dispositions particulières. Supposons, comme le cas le plus simple, qu'on ait à faire sécher un précipité humide contenu dans un tube : on commence par adapter au tube une bande de papier pour servir de manche (854), et l'on applique la chaleur pour volatiliser l'eau; les premières portions de vapeur se condensant à l'intérieur du tube, forment des gouttes qui, en tombant, peuvent quelquefois faire casser le verre échauffé avec lequel elles viennent en contact. Pour prévenir cet accident, il faut tenir le tube dans une position presque horizontale, afin que les gouttes de liquide aient moins de facilité à descendre, et y introduire, jusqu'à la partie échauffée, une bande de papier à filtrer pliée sur la longueur. Ce papier, portant sur la partie inférieure de l'intérieur du tube, suffit pour absorber tout le liquide qui peut se former, sans fermer le passage à l'eau qui se trouve encore à l'état de vapeur. Lorsque toute l'eau que contenait le précipité s'est dégagée, et a été absorbée par le papier, on retire celui-ci, qui emporte avec lui toute l'humidité.

875. Lorsque la dessiccation s'opère dans un tube d'une certaine longueur, il est à propos d'entourer

de papier ou d'étoupes la partie supérieure, afin de la maintenir à un certain degré de chaleur, et d'empêcher autant que possible la condensation de la vapeur. Si, malgré toutes ces précautions, il s'était réuni une goutte de liquide dans cette partie du tube, il faudrait l'enlever aussitôt, en y introduisant un peu de papier à filtrer roulé ou plié; de cette manière le liquide est bientôt absorbé, et l'on n'a plus à craindre les accidens que pourrait occasioner son retour dans la partie inférieure du tube et sur la substance qui s'y trouve.

876. Lorsqu'on a fait sécher par ce procédé la substance contenue dans un tube, il se trouve encore rempli de vapeur aqueuse, et les parois intérieures sont souvent couvertes d'humidité. L'on peut chasser la majeure partie de cette humidité, pendant que le tube est encore chaud, en y faisant passer de l'air par l'insufflation ou l'aspiration. A cet effet l'on y introduit l'extrémité d'un tube long et étroit, et appliquant la bouche à l'autre extrémité, on y souffle de l'air; cet air s'empare de l'eau, et l'entraîne avec lui hors du tube. Néanmoins il reste encore de l'air provenant des poumons, qui, étant chargé d'humidité, déposerait de l'eau sur les parois dès que la température viendrait à baisser; pour prévenir cet inconvénient, il faut, avant de déplacer le tube étroit, aspirer avec la bouche une certaine quantité d'air; cette opération faisant entrer dans le grand tube une portion de l'air atmosphérique ambiant, il entraîne en sortant, par l'effet de l'aspiration, tout l'air provenant des poumons qui pourrait encore se trouver dans le tube. Cette manière de faire passer dans un tube un courant d'air atmosphérique par l'aspiration, est

un moyen prompt et commode de sécher l'intérieur des tubes; mais on ne peut y avoir recours dès qu'il s'agit de substances dégageant des gaz ou des vapeurs délétères, sans s'exposer à de graves accidens : il faut alors se servir d'un soufflet pour introduire l'air.

877. Lorsqu'on veut faire évaporer dans un tube placé sur le bain de sable, à une température au-dessous du point d'ébullition, une quantité d'eau un peu considérable, l'opération est ordinairement fort longue en raison du peu d'accès de l'air à l'intérieur du tube; il faut donc chercher quelque moyen d'en faciliter l'entrée et la sortie. Un des meilleurs et des plus en usage consiste à introduire dans le grand tube l'extrémité recourbée d'un tube ouvert, comme on le voit dans la figure; on établit de cette manière un courant d'air dans une direction ou dans l'autre, et la vapeur aqueuse se trouve enlevée en peu de temps. On peut cependant faciliter encore davantage l'évaporation en plaçant la substance dans un tube ouvert, recourbé à ses deux extrémités, que l'on dispose sur le bain de sable ou toute autre source de chaleur, de manière à ce que l'une des branches soit plus échauffée que l'autre, et qu'il s'établisse ainsi dans l'intérieur un courant d'air (*voyez la figure en marge*). L'évaporation s'opère avec promptitude et facilité, les produits de la dessiccation sont aisés à retirer, et l'on n'a couru aucun danger d'en perdre la moindre partie.

878. Quant à *l'appareil pneumatique à tubes*, les avantages qu'il procure à ceux qui savent s'en servir

ne sont ni moins grands ni moins nombreux que ceux qui résultent de l'application des tubes aux autres opérations chimiques. On est réellement surpris lorsqu'on voit combien d'expériences de la chimie pneumatique moderne, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliquées, peuvent se répéter avec succès, au moyen d'une capsule pour cuve pneumatique, et de tubes pour remplacer les cornues, les récipiens, et tous les autres vaisseaux nécessaires.

879. Nous avons déjà décrit le tube-cornue (859), et indiqué la modification qu'on peut lui faire subir en étirant le col après y avoir introduit la substance (859). Ce changement est souvent d'une grande utilité; si, par exemple, on veut décomposer par la chaleur de l'oxide d'argent ou de mercure, et en recueillir le gaz, on met la substance dans un tube droit, fermé à l'une de ses extrémités, et appliquant ensuite la chaleur à la partie qui se trouve au-dessus de la substance, on étire le tube de manière à former un col étroit (860) de quatre à six pouces de longueur, on le courbe à sa naissance en le tenant au-dessus de la flamme d'une petite lampe à esprit de vin. Un tube ainsi façonné se rapproche plus de la forme des grandes cornues que le tube-cornue ordinaire, et peut servir toutes les fois que la substance qu'il doit renfermer est un corps solide qui ne se décompose pas ou ne se boursouffle pas trop par l'action de la chaleur.

880. Les tubes à gaz ou tubes-récipiens sont des tubes ordinaires fermés à l'extrémité supérieure, et coupés bien également à leur ouverture (1060). On en a de longs et de courts, de simples et de gradués. Les entonnoirs servant à transvaser les liquides dans les

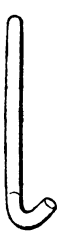
cornues, ou les gaz dans les tubes, sur le mercure et sur l'eau, se font aisément au moyen d'un morceau de tube large étiré à la lampe, comme on l'a vu (859). Une capsule d'évaporation remplie d'eau, forme une excellente cuve; il faut seulement avoir l'attention de placer au fond une lame d'un métal pesant, tel que le plomb, sur laquelle doit porter l'ouverture des tubes récipiens lorsqu'ils sont inclinés contre les bords de la capsule. De cette manière ils ne peuvent glisser au fond du vase, ni prendre une position horizontale, ce qui occasionerait la perte du gaz.

881. Si l'on n'a besoin que d'une petite quantité d'oxigène pur, on peut se la procurer avec autant de facilité que d'économie, en décomposant du chlorate de potasse dans un tube-cornue. C'est également dans un tube de ce genre que l'on prépare presque toujours l'oxide de chlore avec le plus d'avantage; mais alors il faut qu'il soit disposé d'une autre manière, qui peut être utile dans un grand nombre d'autres cas. La cornue proprement dite est formée d'un tube uni, bouché à l'une de ses extrémités, d'un demi-pouce de diamètre environ, sur deux ou trois pouces de longueur, suivant les circonstances; dans l'ouverture du tube est fixé un bouchon percé de manière à recevoir un petit tube, qui, s'élevant perpendiculairement au bouchon, à la hauteur d'un pouce, est ensuite courbé presqu'à angle droit sur une longueur d'environ trois pouces, puis revient dans sa première direction à la hauteur d'un huitième de pouce; ce tube est le col de la cornue dont le large tube forme le corps; lorsque celui-ci a reçu la substance, on fixe le bouchon hermétiquement à sa place avec un peu de mastic, l'on procède à la distillation, le gaz se dégage et peut être recueilli.

882. Il est convenable d'indiquer ici les précautions nécessaires pour empêcher les accidens en cas d'explosion. Toutes les fois que ce danger est probable, il faut avoir soin d'entourer le vaisseau d'étoupe ou d'étoffe, afin que s'il vient à se briser les fragmens n'en soient point projetés, et se tenir pendant tout le cours de la distillation du côté de la partie ainsi protégée, pour éviter le danger, au moins pour les yeux. Pour faciliter l'arrangement de l'étoupe sur la surface polie et glissante du tube, on rend celle-ci légèrement adhésive en y passant un peu d'essence de térébentine, ou de mastic clair.

883. On peut, suivant les circonstances, remplacer la cuve à mercure par une capsule de porcelaine, un creuset de terre, et même au besoin par un verre ordinaire. Le tube qui conduit le gaz doit être toujours recourbé en dessus à son extrémité, comme nous l'avons dit en parlant du tube-cornue pour l'oxide de chlore (881), afin que le gaz se dégage sans difficulté dans l'ouverture du vase qui sert de récipient.

884. Un récipient à mercure extrêmement commode, et que l'on doit, je crois, à M. Cooper, est



celui représenté dans la figure ci-jointe. Il consiste en un tube de six à neuf lignes de diamètre, et de quatre à dix pouces de longueur, recourbé et ouvert à l'extrémité inférieure, mais fermé par le haut. On le remplit de mercure, en le tenant dans une position inclinée, puis on le suspend ou on le supporte dans la position indiquée par la figure, au-dessus d'une capsule à évaporation. On introduit dans l'ouverture l'extrémité déliée du tube d'où le gaz se dégage, de manière à ce que les bulles gazeuses entrent dans la grande bran-

che, et que le mercure en s'échappant retombe dans la capsule; lorsque ce métal est descendu presque à la naissance de la courbure, on suspend l'opération. La plupart des caractères du gaz ainsi recueilli sont faciles à examiner sans le secours d'un autre tube, et sans autre déplacement qu'un changement de position du tube lui-même. Ainsi on placera le doigt sur l'ouverture en contact avec le métal, et l'on interceptera tout accès à l'air; puis, inclinant légèrement, on fera passer une bulle de gaz dans la courbure, de manière à ce qu'elle arrive jusqu'au doigt, et, replaçant le tube dans la position verticale, l'on aura entre le doigt le mercure et une petite portion de gaz entièrement isolée de la portion plus considérable renfermée dans le tube par la colonne de mercure; pour essayer sur cette petite portion l'inflammabilité du gaz, il suffira de soulever le doigt, et d'y plonger en même temps une bougie allumée. Cet essai terminé, on versera du mercure dans le tube, pour remplir l'espace qui aura été laissé libre, on appliquera de nouveau le doigt, puis inclinant le tube on amènera une nouvelle portion de gaz dans la même situation que la première, on l'examinera sous le rapport de l'odeur; après quoi on ajoutera une nouvelle quantité de mercure, et l'on répètera de tout point la même opération : la troisième portion de gaz servira alors à déterminer s'il est plus pesant ou plus léger que l'air; si après que le tube sera resté ouvert pendant quelques instans le gaz n'en est pas sorti, c'est une preuve qu'il est plus pesant; si au contraire il s'est entièrement dissipé dans l'atmosphère, il faut en conclure qu'il est plus léger. On pourra, de la même

manière, essayer sa solubilité dans l'eau en remplissant avec ce liquide, au lieu de mercure, l'espace laissé libre par la dernière expérience; et amenant une bulle de gaz à l'ouverture du tube, comme dans les expériences précédentes, on jugera de sa solubilité par la promptitude avec laquelle la bulle disparaîtra; si elle se maintient entière on sera non moins certain de son insolubilité. Dans le premier cas on peut, en soulevant le doigt, constater les propriétés de la dissolution, et reconnaître sa nature acide ou alkaline.

La seule précaution à prendre, est qu'il ne se glisse aucune portion d'eau dans la partie principale du tube. Il faut à cet effet n'introduire à la fois que de fort petites quantités d'eau, maintenir dans la courbure une colonne de mercure suffisante pour remplacer la bulle gazeuse, enfin faire attention au degré d'inclinaison que l'on donne au tube. Lorsque l'expérience sur la solubilité est terminée, on fait sortir l'eau de l'ouverture du tube en l'absorbant avec du papier à filtrer, après quoi on essuie la place qu'elle occupait, au moyen d'un petit tampon d'étoupe fixé à l'extrémité d'un fil métallique. On peut faire les mêmes essais avec l'eau de chaux ou des dissolutions alkalines.

De cette manière on peut diviser le gaz en autant de petites portions que l'on veut faire d'expériences différentes. S'il arrivait qu'une portion du gaz fût soluble dans l'eau, il faudrait, après avoir fait sur le mélange quelques expériences préliminaires, introduire un peu d'eau dans la partie principale du tube, agiter fortement pour qu'elle absorbât le gaz soluble, puis retirer le doigt sous l'eau ou sous le mercure, qui rentrerait

dans le tube, et prendrait la place de la substance absorbée. La portion insoluble se trouvant alors à l'état de pureté, pourrait être examinée par portions successives de la manière que l'on vient de décrire.

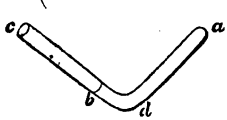
885. Il est un grand nombre de cas où le gaz peut être renfermé et examiné dans le tube même où il est produit; c'est un des avantages les plus importans de l'emploi des tubes. Ainsi, lorsqu'une petite portion de matière animale a été chauffée dans un tube, il est aisé de s'assurer, en approchant de l'ouverture un morceau de papier de curcuma, s'il se dégage de l'ammoniaque; s'il s'agit de soufre et d'une substance végétale, les réactifs convenables, appliqués de la même manière, indiqueront s'il y a production de gaz hydrogène sulfuré. On peut encore reconnaître la plupart des propriétés de l'oxigène, en mettant un peu de chlorate de potasse ou d'oxide de mercure au fond d'un tube de verre, que l'on soumet à l'action de la chaleur jusqu'à ce qu'il y ait eu dégagement de gaz oxigène en quantité suffisante pour remplir toute la partie supérieure du tube; cet effet est indiqué dans un cas, par l'ébullition du chlorate de potasse, dans l'autre, par la vérification du mercure. On examine si le gaz peut entretenir la combustion, après quoi l'on chasse, en soufflant dans le tube, le mélange de gaz qui reste après l'expérience, et appliquant de nouveau la chaleur on obtient une autre portion de gaz à l'état de pureté.

En plaçant dans la partie inférieure d'un tube un morceau de marbre, et de l'acide hydrochlorique étendu d'eau, on peut examiner de la même manière le gaz acide carbonique qui en provient; il en est de même des gaz acide muriatique et acide sulfureux, du chlore et de

l'oxide de chlore. C'est peut-être même pour les commençans la manière la plus sûre d'étudier les propriétés de la dernière de ces substances. L'on place au fond du tube un peu de chlorate de potasse en poudre et d'acide sulfurique concentré, en ayant soin de verser en premier lieu l'acide sulfurique, et d'y ajouter ensuite le chlorate de potasse par petites portions; l'oxide de chlore s'élève par degrés, et remplit la partie inférieure du tube, où il se manifeste par sa couleur jaune foncé. On peut quelquefois favoriser le dégagement par la chaleur de la main ou de l'eau tiède, en ayant soin de tourner l'ouverture du tube du côté opposé à l'opérateur. En chauffant la partie supérieure du tube à la flamme d'une lampe à esprit de vin, on peut constater la propriété explosive du gaz, et même distinguer par les caractères qui leur sont propres le chlore et l'oxigène qui se dégagent. En laissant écouler un peu d'intervalle, ou chauffant légèrement le tube, on opère la production d'une nouvelle portion d'oxide de chlore qui fait la matière d'une autre expérience.

886. Il existe beaucoup de circonstances dans lesquelles le liquide qui agit sur une substance peut, en raison de son peu de valeur, servir à recueillir les gaz résultant de l'action chimique; tel est le cas, par exemple, lorsqu'on soumet un formiate à l'action de l'acide sulfurique, pour produire le dégagement immédiat de l'oxide de carbone, ou bien encore lorsque le même acide agit au moyen de la chaleur sur l'acide oxalique pour produire de l'oxide de carbone ou du gaz acide carbonique. Ces deux opérations, ainsi que plusieurs autres du même genre, s'exécutent avec beaucoup d'avantage dans un tube dont la forme a été dé-

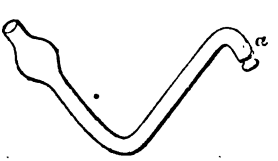
crité pour la première fois par M. Kerr (1). On courbe vers le milieu, mais en se rapprochant un peu de l'une des extrémités, un tube ordinaire, de manière à ce que, lorsqu'il est placé comme on le voit dans la figure ci-jointe, le sommet des deux courbes ne soit pas sur la même ligne verticale, mais que le sommet de la courbe inférieure se trouve porté du côté de l'extrémité fermée du tube. Cette forme est facile à donner au tube lorsqu'on le courbe en ramollissant une des parties un peu plus que l'autre, ou bien en s'y prenant, pour souffler le tube, de la manière qui sera indiquée plus loin (1096). La partie de *a* en *b* étant alors remplie d'un acide quelconque, on introduit en *c* la substance sur laquelle il doit agir, et on la fait descendre en *d*. Lorsque l'opération commence, soit à la température ordinaire, soit par l'application d'une chaleur légère, le gaz formé en *d* s'élève dans la branche fermée, et contraint le liquide à se porter dans l'autre. L'expérience doit se faire au-dessus d'un vase plein d'eau pour éviter les éclaboussures de l'acide; lorsque le tube est rempli, ou que l'action chimique a cessé, on remplace l'acide par de l'eau ou du mercure. Pour remplacer l'acide par l'eau, il suffit de plonger le tube dans ce liquide, et d'élever l'extrémité fermée de manière



(1) Edinburgh Philosophical Journal, x, 53. M. Kerr a le mérite d'avoir décrit le premier l'utilité du tube recourbé dont il s'agit; c'est également à lui que l'on doit le perfectionnement important dans la position du sommet des deux courbes. Mais il y a plusieurs années que ce tube tel qu'il était primitivement, ainsi que tous les autres tubes dont il est parlé dans cette section, à l'exception de celui inventé aussi par M. Kerr, et décrit (887), ont été en usage dans le laboratoire de l'Institution royale de Londres, et il est probable qu'on s'en est également servi dans la plupart des laboratoires de recherches. (Note de M. Faraday.)

à ce que la place de l'acide qui se déverse soit à l'instant occupée par l'eau; si au lieu d'eau on emploie le mercure, il faut verser ce métal dans la branche ouverte, de manière à ce que l'acide sulfurique s'élève au-dessus, et si, en raison de la petite quantité de gaz qui aura été produite, il reste une légère portion d'acide dans la branche fermée, il faut incliner le tube avec précaution, de manière à faire passer l'acide de cette branche dans l'autre, et à le faire échapper entre le mercure et le verre, sans que le gaz puisse le suivre. On parvient ainsi à enlever tout l'acide sulfurique, à l'exception de la petite portion qui pourrait rester adhérente aux parois de la branche ouverte; mais on la retire en grande partie en introduisant dans le tube un fil métallique portant un tampon d'étoupe mouillée, à laquelle on substitue ensuite de l'étoupe sèche pour essuyer le verre. Lorsque l'acide a été remplacé par l'eau ou le mercure on opère sur des portions successives de gaz, de la manière ci-dessus décrite 884.

887. M. Kerr a perfectionné cet instrument en lui donnant la forme représentée en la figure ci-jointe. Il est ouvert en *a*, et se ferme au moyen d'un bouchon usé à l'émeri, ou d'un bouchon de liège recouvert de cire. Il sert aux mêmes usages que le précédent, mais rend la manipulation beaucoup plus facile, en permettant de transvaser une petite portion du gaz qu'il contient dans un autre vaisseau, sans déranger en rien le liquide de l'appareil. Dès que le gaz se réunit dans la branche fermée, on fait sortir le peu de liquide resté dans la partie la



plus courte en inclinant le tube, ce qui, en raison du degré d'inclinaison de toutes les parties, se fait sans répandre d'acide par l'extrémité ouverte. Lorsqu'on veut transvaser une partie du gaz dans un vaisseau séparé, tel qu'un tube à gaz, on plonge dans l'eau ou sous le mercure, suivant la nature du gaz, la partie courbe de la branche fermée, et ôtant le bouchon, le gaz s'échappe par l'ouverture; on peut en favoriser la sortie soit en élevant l'extrémité qui se trouve sous l'eau, soit en rendant la colonne de liquide contenue dans l'autre branche plus verticale, soit enfin en soufflant légèrement par l'ouverture supérieure.

Lorsqu'il est sorti une quantité de gaz suffisante on replace le bouchon, et l'on peut continuer l'opération comme auparavant.

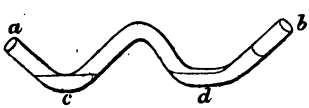
888. L'on donne souvent aux tubes dont nous venons de parler une forme encore plus avantageuse, et que l'on peut se figurer en supposant qu'ils ont été roulés obliquement en spirale autour d'un prisme triangulaire, dont les pans ont chacun un pouce de largeur, de manière que chaque portion du tube en ligne droite ait d'un pouce et demi à deux pouces de longueur. Après avoir versé dans un tube ainsi disposé une quantité d'acide suffisante pour remplir une des branches droites, plus la moitié d'une autre branche, on y introduit la substance sur laquelle l'acide doit agir, par exemple de l'acide oxalique, et l'on applique la chaleur; il suffit alors d'incliner le tube dans différentes directions sur l'axe horizontal du prisme, sur lequel on peut le supposer roulé, pour que ce tube se remplisse en entier

(1) Edinburgh Philosophical Journal, x, 251.

de gaz, à l'exception des dernières divisions qui approchent de l'extrémité ouverte. Le gaz ne peut s'échapper pendant la révolution du tube, à cause de la présence de l'acide, qui, à mesure que le volume du gaz s'accroît, le devance toujours depuis une extrémité jusqu'à l'autre.

Lorsque le tube est plein, on peut substituer l'eau à l'acide (886), et examiner facilement par petites portions successives le gaz qu'il contient, en se conformant aux instructions que nous avons données plus haut (884). Il serait fastidieux d'entrer dans une énumération minutieuse de toutes les positions que l'on est obligé de faire prendre à ces tubes dans les diverses opérations auxquelles ils servent avec tant d'avantage; il suffira pour trouver la plus convenable, et leur donner la forme le mieux en rapport avec l'opération, de s'essayer sur un fil métallique recuit comme nous l'avons déjà indiqué. On acquiert facilement l'habitude d'opérer sur les gaz avec ces tubes, en y introduisant une petite quantité d'eau et d'air atmosphérique, et en observant leurs positions et leurs déplacemens respectifs, par le mouvement donné aux tubes.

889. On peut se procurer un petit appareil, ayant les mêmes avantages que celui de Woulf, et servant aux mêmes opérations, au moyen d'un tube de quatre à six lignes de diamètre, recourbé comme on le voit dans la figure. On fait passer le gaz en *d*, puis on lui fait traverser bulle à bulle l'eau qui se trouve en *c* et en *d*, dans laquelle il se dissout lorsqu'il est soluble. Si le gaz doit être mis en contact avec une



grande surface d'eau, on donne à l'une des courbures inférieures une certaine étendue horizontale, comme on peut le remarquer en *d*.

Si le tube est courbé comme dans la seconde figure,

on peut enlever successivement les portions de liquide contenues dans les quatre angles inférieurs, en commençant par la dissolution la plus concentrée ou la plus faible; on peut encore comparer ces dissolutions en versant alternativement de l'un et de l'autre côté; la seule précaution à prendre est d'élever convenablement chacune des extrémités du tube (865, 867).

890. Dans les opérations qui exigent que les ouvertures des tubes soient fermées pendant quelques instans, après que la substance y a été introduite, soit pour empêcher un courant d'air lorsqu'ils sont soumis à l'action de la chaleur, ou la déperdition des substances volatiles quoique condensables, on se sert, selon les circonstances, du doigt, d'un bouchon de liège, ou d'un peu de mastic, de manière à pouvoir les ouvrir avec facilité dès que l'expérience l'exige.

891. Le procédé aussi prompt que facile à l'aide duquel on peut faire passer les gaz sur des substances contenues dans des tubes, à des températures plus ou moins élevées, a été déjà expliqué en détail (672 et suiv.); nous indiquerons à la table les exemples détachés de ce genre d'opération, et les instructions éparses dans cet ouvrage qui peuvent y avoir rapport.

892. C'est dans un appareil entièrement composé de tubes que le chlore, et plusieurs autres gaz, ont été été condensés pour la première fois avec succès, ce

qui indique suffisamment leur utilité pour ce genre d'opérations. Nous allons donc décrire brièvement la manière de condenser l'un des gaz qui se liquéfient le plus facilement, le cyanogène par exemple, et indiquer les précautions à prendre lorsqu'on opère avec ceux dont la liquéfaction exige une pression plus forte, ce qui rend l'expérience plus dangereuse. Tous les tubes employés à l'opération doivent être d'une épaisseur suffisante pour résister à une pression trois fois plus forte que celle que l'on peut prévoir (814). Prenant un tube de huit pouces de longueur environ, on scelle à la lampe l'une des extrémités, puis l'amollissant dans la flamme, à environ cinq pouces de l'extrémité scellée, on le courbe en angle obtus et arrondi, jusqu'à ce que les deux branches forment entre elles un angle d'à peu près 130° ou 140°. On pulvérise du cyanure de mercure que l'on fait sécher dans une capsule de porcelaine, sur le bain de sable ou au-dessus d'une lampe, à une température qui, bien qu'au-dessus du point d'ébullition de l'eau, ne soit jamais assez élevée pour décomposer le sel; on peut cependant lui laisser prendre une teinte brunâtre, et alors on l'introduit dans le tube jusqu'à ce qu'il remplisse les trois quarts de la branche fermée. On essuie ensuite avec soin l'intérieur de la branche ouverte, à l'aide d'un tampon d'étoupe fixé sur un fil métallique, puis on l'étire à la lampe (863, 1079), de manière à ne laisser au tube qu'une très-petite ouverture.

893. Il s'agit alors de fermer hermétiquement l'appareil après l'avoir rempli d'une atmosphère de cyanogène. A cet effet on chauffe la partie contenant le cyanure à la flamme d'un lampe à esprit de vin, jus

qu'à ce que le cyanogène se soit dégagé en quantité suffisante pour chasser l'air atmosphérique, et l'on s'assure qu'il n'en reste plus dans le tube, en approchant l'ouverture de la flamme : si le petit jet de gaz qui en sort s'enflamme, c'est une preuve que le tube est plein de cyanogène. Interrompant alors la décomposition du cyanure, on introduit dans la flamme l'extrémité effilée du tube pour la sceller hermétiquement. Cette opération est d'autant plus facile, que par l'abaissement de la température à l'intérieur du tube le cyanogène qu'il contient diminue de volume, et facilite ainsi la réunion et le tassement des molécules échauffées du verre. On laisse ensuite refroidir le tout avant de procéder à la production et à la condensation du cyanogène.

894. Le tube ainsi préparé, on le place sur un support de cornues ou sur des fils métalliques, de manière que le sommet de l'angle forme la partie supérieure, et que les deux extrémités se trouvent presque sur la même ligne horizontale, position la plus convenable pour la distillation. On enveloppe d'un morceau de papier à filtrer humecté la branche la plus courte, qui doit recevoir le cyanogène condensé, puis on applique avec précaution la flamme d'une lampe à esprit de vin à l'autre branche, afin de décomposer le cyanure. Il ne faut pas conduire cette expérience avec précipitation, et la chaleur ne doit jamais s'élever au point de sublimer le mercure. L'apparition de globules de mercure sublimé dans la partie supérieure de la branche longue, quelque petits qu'ils soient, est une preuve que la chaleur a été plus forte qu'il n'était nécessaire, ce qu'il faut éviter avec soin; et si la condensation

du cyanogène, dans la branche la plus courte, est assez rapide pour échauffer le papier mouillé d'une manière sensible, ou pour faire évaporer visiblement l'eau, il faut ralentir l'opération. On peut observer les progrès de la condensation en ôtant de temps en temps le papier humecté de l'extrémité du tube, et en le remettant aussitôt que l'on a fait son observation; le cyanogène se condense sans le moindre risque d'explosion, car la pression intérieure ne s'élève jamais au-dessus de cinq ou six atmosphères, et n'est pas même de plus de quatre lorsque tout est refroidi; l'on obtient de cette manière un demi-pouce ou plus de liquide dans l'extrémité la plus courte du tube. Lorsqu'on laisse le liquide dans le tube pendant quelques jours, il retourne généralement à la masse noire qui reste à la place du cyanure, cette substance ayant apparemment pour le cyanogène la même affinité que les corps hygrométriques ont pour l'eau; mais en répétant la distillation, comme nous venons de la décrire, il suffit d'une chaleur très-modérée pour séparer de nouveau le cyanogène, et pour le rétablir à l'état de pureté et d'isolement (1).

895. Telle est la manière d'opérer la condensation du cyanogène dans les tubes. Chacun peut répéter cette expérience; mais lorsqu'il s'agit de la condensation des gaz qui exigent de plus fortes pressions, l'explosion par la fracture des vaisseaux est beaucoup plus à craindre. Il faudra donc, pour diminuer le danger autant que possible, observer certaines précautions générales; on devra ne choisir que des tubes d'une force suffisante, et déterminer cette force d'après les instructions données précédemment (814). Il faut qu'ils soient d'une

(1) Voyez la note à la fin de l'ouvrage.

forme régulière et d'une épaisseur égale dans toutes leurs parties, exempts des défauts et des fentes auxquels les tubes épais sont sujets. En les scellant et en les courbant à la lampe, il faut avoir soin que les parties chauffées soient excessivement bien recuites; dans cette vue, il faut retirer graduellement le verre de la flamme, et ne le laisser refroidir que lentement, sans quoi les tubes seraient exposés à se fendre ou à éclater, même sans pression, dans les parties qui ne seraient pas assez recuites, ce qui rend ces expériences dangereuses; il est bon encore, toujours pour la même raison, de mettre les tubes de côté, pendant une semaine ou deux, après qu'ils ont été scellés et courbés, et de les examiner ensuite en les mettant dans toutes les positions par rapport à la lumière : si l'on découvre quelque fente, quelque défaut, si petits qu'ils soient, il faut les rejeter. Il faut que la courbure soit uniforme et large, afin que le tube ne soit pas déformé par l'aplatissement ou l'irrégularité qui pourraient se trouver dans cette partie. Lorsqu'il est courbé d'une manière irrégulière, et qu'on y laisse des plis, il y a inégalité de tension dans le verre après le refroidissement, ce qui le rend très-sujet à se fendre. En scellant l'extrémité du tube, avant de commencer l'opération, il faut avoir soin qu'il soit en cet endroit d'une épaisseur égale à celle des autres parties, afin qu'il ait une force suffisante; lorsqu'on ferme pendant le cours de l'expérience l'autre extrémité effilée, il faut laisser la partie conique et le tube capillaire qui la termine s'épaissir un peu à la flamme, afin de lui donner également la solidité nécessaire. Mais on sait que le tube étant dans cet endroit d'un plus petit diamètre que partout ailleurs, il n'est pas besoin de

lui donner l'épaisseur des autres parties ; si cependant on lui en donne trop peu, on s'exposera à le voir céder aussitôt qu'on le soumettra même à une force moyenne. Il faut encore faire attention, en bouchant l'ouverture, à ce que l'extrémité ne soit pas boursoufflée, et terminée par une faible épaisseur de verre. Toutes les instructions nécessaires pour sceller et courber le verre avec solidité se trouveront dans la section XIX. (1081, 1084, etc.)

896. La condensation des gaz doit toujours s'opérer avec lenteur, l'extrémité de la branche où elle a lieu doit être considérablement refroidie (861, 421). Dans les expériences où l'on opère sur des gaz difficiles à condenser, il est essentiel que la partie chauffée et la partie refroidie du tube ne soient pas trop rapprochées, afin que la température change par degrés, et non brusquement d'une extrémité du tube à l'autre.

897. On peut conserver pendant des années une tube contenant le résultat d'une opération sans aucun autre changement que celui dont nous avons parlé plus haut (894), d'ailleurs il est facile de rétablir les choses dans leur état primitif, en refroidissant l'extrémité qui doit contenir le résultat de l'expérience, ou en échauffant modérément l'autre extrémité. Il existe cependant un ou deux exemples de tubes qui ont éclaté plusieurs mois après que l'expérience avait été faite; il faut donc toujours les manier avec les plus grandes précautions, et éviter avec le plus grand soin le moindre choc contre les corps durs. Si, par la force de la pression, une fente se formait insensiblement dans quelque partie d'un tube, il ne faudrait jamais l'examiner, à moins de prendre toutes sortes de précautions, lors même qu'il paraîtrait en-

core assez solide, et qu'il n'aurait laissé échapper aucune portion du gaz pendant des mois ou des années.

898. Il nous suffira d'ajouter encore quelques instructions rapides sur cette partie de la manipulation des tubes pour terminer ce sujet. Le cyanogène et l'ammoniaque peuvent se dégager et se condenser dans des tubes sans le secours d'aucun liquide, mais il n'en est pas de même de l'acide sulfureux : dans ce cas la disposition de l'expérience change un peu. Lorsqu'on a scellé à l'une de ses extrémités le tube droit, comme on l'a vu (892), on y verse du mercure jusqu'à environ un pouce de hauteur, puis l'on ajoute de l'acide sulfurique le plus concentré possible, à la hauteur d'environ trois pouces; ce dernier s'introduit à l'aide d'un petit tube en forme d'entonnoir, de manière à ce qu'il ne puisse mouiller la partie supérieure (859). On courbe ensuite le tube, comme on l'a indiqué (892), un pouce et demi ou deux pouces au-dessus de l'acide, et à deux ou trois pouces plus loin on le rétrécit. Tenant alors le tube aussi vertical que possible, on chauffe le mercure avec précaution dans l'acide sulfurique, jusqu'à ce qu'il se soit dégagé assez de gaz acide sulfureux pour chasser de l'appareil tout l'air atmosphérique. L'on reconnaîtra que le tube en est entièrement purgé, par l'odeur bien connue de l'acide, ou par les vapeurs qui sortiront du tube lorsqu'on approchera de l'ouverture un papier humecté d'ammoniaque. Alors, après avoir laissé baisser la température du tube jusqu'à ce qu'il ne sorte presque plus de gaz par l'ouverture, on introduira l'extrémité capillaire dans la flamme d'une lampe pour la fermer; il faudra la retirer promptement pour éviter qu'elle

ne se déforme par la dilatation du gaz, qui se dégage toujours lentement à l'intérieur. On pourra ensuite procéder à la distillation et à la condensation, en suivant les instructions déjà données (894).

899. Plusieurs gaz, tels que l'acide muriatique, l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, etc., se dégagent de matières qui, donnant naissance au gaz du moment où elles se trouvent en contact, ne doivent pas être mises ensemble dans le tube de condensation, avant que la seconde extrémité n'en ait été complètement fermée; ce qui, comme l'on sait, ne peut se faire pendant qu'il s'échappe du tube du gaz ou de l'air atmosphérique. Nous allons expliquer brièvement la manière de procéder en pareille circonstance en prenant pour exemple l'acide muriatique. Le tube doit être fermé et courbé comme il a été dit (892); mais avec cette différence que la branche fermée doit alors être la plus courte. On la remplit ensuite d'acide sulfurique, au moyen d'un tube servant d'entonnoir, jusqu'à environ un demi-pouce ou un tiers de pouce au-dessous de la courbure, en ayant le plus grand soin qu'aucune partie de l'acide ne touche la surface intérieure de la branche la plus longue. Prenant alors un morceau de feuille de platine, on le chiffonne en forme de bouchon, et on l'enfonce dans le tube jusqu'à peu de distance de la courbure, puis, au moyen d'un fil métallique, on introduit dans la branche ouverte de longs fragmens anguleux de muriate d'ammoniaque (294), jusqu'à un pouce de l'ouverture; ces fragmens, se trouvant arrêtés par la feuille de platine, ne peuvent passer dans l'acide sulfurique, et leur forme anguleuse permet ensuite à l'acide de passer facilement entre eux et le verre. Cet arrangement terminé, on

ferme hermétiquement l'extrémité ouverte du tube; pendant cette opération, il faut que l'appareil soit tenu de manière à ce qu'il n'y ait aucun contact entre l'acide sulfurique et le muriate d'ammoniaque. Après que le tube est refroidi, on le retourne afin que l'extrémité contenant l'acide se trouve en dessus; l'acide coule bientôt, à travers les interstices du bouchon de platine, sur le sel qui est au-dessous, une action rapide a lieu, et l'on voit se dégager une grande quantité de gaz. L'effervescence paraît ensuite diminuer graduellement et cesser presque tout-à-fait, parce que, par l'augmentation continuelle de la pression intérieure, les bulles gazeuses se trouvent réduites à un plus petit volume. Il faut laisser le tube dans cet état pendant quelques jours, ou même pendant toute une semaine, et alors on apercevra çà et là un liquide très-limpide mélangé avec le sulfate acide d'ammoniaque. Plaçant ensuite le tube dans une position propre à la distillation, refroidissant (414, 859, 868) la branche la plus courte, le liquide limpide passera dans cette branche, et l'on pourra en observer les caractères. La pression sera d'environ 40 atmosphères à une température de 50° F. Un tube d'un pouce de diamètre intérieur, et de dix pouces de longueur, supporte, dans une expérience semblable, sur sa surface intérieure, une pression de plus de 6000 livres.

900. Dans tous les cas où il s'agit d'effectuer la condensation d'un gaz très-élastique, il faut que le tube soit, autant que possible, entièrement rempli des substances qui le fournissent, afin que la matière gazeuse soit répandue dans un moindre espace; autrement il pourrait arriver que la quantité de gaz qui se déga-

gerait fût à peine suffisante pour remplir cet espace d'une atmosphère assez dense pour que la liquéfaction eût lieu.

---

901. Les tubes ne sont pas moins précieux pour renfermer et conserver diverses substances. Ils peuvent, dans la plupart des cas, remplacer les fioles et les flacons, et souvent même ils doivent leur être préférés. Pour leur donner plus de force et une forme plus convenable, on les amollit à la lampe, et l'on recourbe en dehors les bords de l'ouverture, à peu près comme le goulot d'une fiole; on peut alors enfoncer le bouchon avec plus de force. Lorsqu'on veut y conserver des substances déliquescentes, ou qui craignent le contact de l'air, il faut cacheter le bouchon avec de la cire, ou, ce qui vaut encore mieux, le couvrir de mastic (1035), qui n'est sujet ni à s'écailler ni à se fendre. Nous avons décrit plus haut (863) la manière dont il faut disposer les tubes pour recueillir et conserver des liquides précieux, et fait ressortir les avantages qu'ils présentent, surtout sous le rapport de l'économie.

902. L'on emploie souvent les tubes pour conserver des échantillons de certaines substances; il faut alors choisir les plus épais, comme étant les plus solides, afin de pouvoir ou les empaqueter ensemble, ou les placer avec d'autres objets sans craindre qu'ils se brisent. Lorsque la substance y est introduite, on les scelle hermétiquement comme on le verra dans la section XIX (1085). La substance ainsi renfermée peut se conserver pendant des années sans s'altérer ou se

détériorer, et il est facile d'en examiner à loisir les apparences et les caractères extérieurs. Il faut écrire sur le tube, avec un diamant à écrire (115), le nom de la substance, la date, et les autres circonstances nécessaires.

903. Lorsqu'on a besoin de tubes pour conduire des gaz ou des vapeurs, on peut, comme on l'a déjà vu, substituer dans les cas pressans des tubes de papier (225, 749, 786) à ceux de verre ou de métal. Il est alors souvent nécessaire de rendre le papier incombustible, afin que l'approche accidentelle, ou même quelquefois nécessaire, de la flamme ne puisse l'endommager. A cet effet, on le lave dans une forte dissolution d'alun, de phosphate de soude, de sel commun, ou mieux encore, avec une dissolution d'alkali carbonaté : il faut toujours choisir une substance qui ne puisse nuire ni à l'usage que l'on veut faire du tube, ni au papier (1223).

904. Telles sont quelques-unes des nombreuses applications des tubes dans l'exécution des expériences chimiques. Plusieurs variations des formes décrites se présenteront d'elles-mêmes dans la pratique, comme donnant plus de facilité dans certains cas particuliers. L'énumération de toutes celles qui ont été reconnues utiles aurait exigé une description beaucoup trop étendue; nous avons même plutôt décrit et cité dans ce chapitre les formes générales que chaque forme particulière, car une fois que l'on en connaît les avantages et les propriétés, on comprend facilement les modifications qu'il est nécessaire d'y apporter. L'économie et la grande facilité qu'on trouve dans ces appareils, surtout lorsque l'on est éloigné des endroits

où l'on pourrait se procurer des instrumens plus parfaits, et leur supériorité dans quelques cas, suffisent pour les recommander à l'attention des chimistes. Avec des tubes, quelques fragmens de verre, et des vaisseaux de papier, dont nous parlerons dans la suite (1222), chacun est à même, quelle que soit sa situation, de faire des recherches chimiques d'une manière très-étendue.

SECTION XVII.

Électricité.

905. La chimie ayant des rapports très-étendus et très-intimes avec toutes les autres sciences, le chimiste est souvent obligé d'opérer avec des instrumens et de faire des dispositions qui, bien que paraissant appartenir à des travaux d'un autre genre, ont quelquefois une influence très-importante sur les résultats qu'il se propose d'obtenir. Les effets de l'électricité, par exemple, tiennent de si près aux phénomènes chimiques, et possèdent une influence si vaste pour les favoriser ou les contrarier, que celui qui fait des expériences dans cette science est continuellement obligé d'y avoir recours dans les recherches auxquelles il se livre. C'est pourquoi nous allons décrire dans cette section tout ce qui se rattache à la manière de se servir des machines et des appareils électriques, pour les opérations du laboratoire, et indiquer d'une manière particulière les circonstances indispensables pour en assurer la réussite.

906. La machine électrique ordinaire est d'un usage constant pour faire passer des étincelles ou des courans d'électricité dans les gaz, pour charger une bouteille, ou pour procurer une certaine tension électrique à des corps isolés. Avant de s'en servir, il est nécessaire de faire certaines dispositions préliminaires. Lorsque le temps est favorable, il suffit simplement d'essuyer la

machine avec un linge échauffé, et ensuite avec un mouchoir de soie; mais il faut ordinairement la chauffer, surtout lorsque le temps est humide. Quelquefois on place la machine devant le feu, en tournant de temps en temps la manivelle, afin que toutes les parties en soient exposées à la chaleur; mais il est plus avantageux et en même temps plus sûr de la placer dans un courant d'air chaud. Si l'on en a besoin pour un service constant dans un endroit particulier, on fait passer tout autour un courant d'air échauffé. On peut chauffer une machine en la mettant sur un bain de sable, ou sur une plaque de fer chaud, d'une température qui ne dépasse pas 100°; par ce moyen, non-seulement le plateau ou le cylindre, mais encore les isoloires de verre des conducteurs se trouvent suffisamment échauffés. D'autres fois, on dirige sur la machine, au moyen de tubes de papier (1223) ou de toute autre manière, un courant d'air chauffé dans un petit fourneau. Il est encore un autre moyen, qui est fort bon pour les machines à cylindre, c'est de placer sous le cylindre la lampe décrite (189), et de tenir à un pouce au-dessus de la cheminée de la lampe une plaque de métal d'environ six pouces carrés. Cette plaque arrête le petit courant d'air chaud de la lampe, qui n'échaufferait qu'une petite partie avec beaucoup trop d'intensité; cette plaque s'échauffe elle-même ainsi que l'air ambiant, et produit un courant étendu d'une chaleur modérée, qui entoure le cylindre de tous côtés et le chauffe entièrement.

907. En chauffant la machine, il faut avoir soin de lui donner une température aussi égale que possible, et la surveiller continuellement, afin qu'aucune de ses parties ne s'échauffe au point de faire fondre le

ciment employé à sa construction. Il faut également faire attention à ce que les isoloires soient bien chauffés; car, par un temps humide, une machine qui paraîtra parfaitement fonctionner, et donnera de longues traînées électriques de son cylindre ou de son plateau, produira souvent à peine une étincelle de son conducteur, à cause de l'humidité du cylindre de verre qui le supporte.

908. Pendant qu'on chauffe une machine, il faut l'essuyer avec une étoffe sèche ou un mouchoir de soie, examiner les coussins, en ôter la poussière, et y appliquer de l'amalgame s'il est nécessaire; on s'en assurera en regardant si l'amalgame n'a pas été enlevé, ou si le temps ou le défaut d'usage ne l'a pas réduit en une masse dure, cassante, qui n'a plus aucune action sur le verre. Il est souvent avantageux, surtout lorsqu'on a besoin de se servir de suite de la machine, de frotter le plateau ou le cylindre avec un morceau de soie couvert d'amalgame, et de passer cette même soie sur la surface des coussins. On applique l'amalgame sur la soie au moyen d'un peu de suif qui le fait adhérer. L'amalgame lui-même doit être trituré dans un mortier avec une petite portion de suif, afin de pouvoir l'appliquer sur la machine. Les coussins doivent presser légèrement contre le verre.

909. Lorsque la machine est en état, et qu'on tourne la manivelle, elle doit laisser échapper une suite non interrompue d'aigrettes du bord de la soie; les étincelles doivent aussi se manifester continuellement autour du verre. L'effet qui a lieu quand on approche les jointures des doigts contre le bord de la soie est une très-bonne indication du pouvoir excitant de la machine. Le frottement entre le verre, les coussins et la soie, ne

doit jamais être considérable, à moins qu'il ne soit produit par l'adhérence de la soie au verre; alors il est aisé de le diminuer et de rendre le travail de la manivelle plus facile, en reployant la soie sur elle-même, de manière à ce que la surface de contact ait moins d'étendue.

910. Lorsque le conducteur principal est à sa place, il doit, si l'on continue de tourner, s'en détacher rapidement des étincelles de deux ou trois pouces de longueur à l'approche d'un excitateur. Pour déterminer la force de l'étincelle, il vaut mieux employer une boule de métal que les jointures des doigts ou le dos de la main; parce que les poils, la moiteur et les filamens adhérent à la main, diminuent fréquemment l'effet électrique : en général, toutes les fois qu'il s'agit de décharger une machine, il convient d'avoir recours aux substances métalliques.

911. Lorsqu'on ne se sert pas des machines, il faut les serrer dans une chambre ou une armoire sèche, loin des exhalaisons du laboratoire (25). Il est encore bon de les couvrir avec un sac de serge pour les mettre à l'abri de la malpropreté et, jusqu'à un certain point, de l'humidité et des vapeurs corrosives.

912. La manière dont sont montées les machines à plateau, au moyen d'un axe passant à travers le milieu du plateau, et assujetti par des collets ou des vis, produit généralement une inégalité de tension, qui donne à la machine une tendance à se fendre vers le centre : cet inconvénient augmente beaucoup les chances de fracture de la machine. Il suffit de la chauffer irrégulièrement ou de l'exposer à quelques légers chocs pour faire naître des fentes qui, bien que petites dans le commencement, s'étendent graduellement jusqu'à ce

qu'elles atteignent la circonférence, à moins qu'on ne prenne des moyens pour les arrêter. Le meilleur est de faire percer par un ouvrier un petit trou dans le verre un peu en avant de la fente, et sur la même direction. Quand la fente arrive au trou, elle s'arrête presque toujours, et la roue est préservée de la rupture pendant quelque temps, jusqu'à ce que d'autres fentes se forment, ce qui l'affaiblit graduellement, et finit par la détruire entièrement.

913. Les étincelles se tirent directement du conducteur; lorsqu'on les fait passer à travers un mélange de gaz dans les eudiomètres ordinaires, elles l'enflamment, ou y occasionent des changemens chimiques plus lents à se produire; il faut, dans ce dernier cas, répéter l'action des étincelles un grand nombre de fois. L'on éprouve quelquefois de la peine à obtenir une détonation avec l'eudiomètre si l'on ne fait pas attention à quelques légères circonstances dans la disposition de la machine. Les fils qui sont fixés à un eudiomètre à détonation sont placés de manière à ce que leurs extrémités intérieures soient à une faible distance l'une de l'autre. Ces extrémités ne sont pas toujours finies avec assez de soin, soit que les fils aient été simplement coupés avec les pinces, ou que, façonnés à la lime, il leur reste quelque irrégularité ou quelque partie saillante; quelquefois aussi ils sont trop minces.

914. Toutes ces circonstances tendent à faire passer la décharge électrique, plutôt comme un courant continu de fluide ou comme une suite de petites étincelles, que comme un éclair bien prononcé. Cette tendance est encore augmentée si les extrémités extérieures des fils sont aiguës, ou ne forment en se recourbant qu'un fort petit crochet; et il sera alors presque impossible de

faire passer dans l'intérieur du tube, sans qu'elle se divise, l'étincelle partant du conducteur principal. Lorsqu'on découvrira quelque défaut de ce genre, on pourra y remédier en adaptant une boule d'un demi-pouce à un pouce de diamètre sur le fil métallique, qui doit être approché du conducteur; cette boule recevra une forte étincelle, et la transmettra d'un fil à l'autre dans l'eudiomètre, en une seule décharge.

915. Le passage de l'étincelle peut être influencé par d'autres circonstances; ainsi il arrive quelquefois qu'un eudiomètre qui laisse passer une étincelle avec une grande facilité, à travers un gaz placé dans son intérieur sur le mercure, ne la laissera pas passer si le gaz est sur l'eau. L'obstacle provient, dans ce cas, de la petite couche d'eau qui humecte l'intérieur de l'instrument, qui devient elle-même un conducteur pour l'étincelle électrique, et s'oppose à son passage entre les deux fils. Dans ce cas il convient d'adapter la grosse boule à l'extérieur (914), ce qui permettra de tirer de la machine une étincelle plus forte, sinon il faudra employer la bouteille de Leyde. Dans toutes ces expériences eudiométriques, le point essentiel est que la communication métallique soit bien établie entre la machine et le bouton de l'eudiomètre d'une part, et que l'autre fil de l'instrument soit en communication avec la terre, au moyen d'une chaîne ou de tout autre conducteur. Une seule personne peut effectuer toutes ces opérations avec une facilité admirable, au moyen de l'eudiomètre à détonation du docteur Ure (923).

916. Une bouteille de Leyde, de la capacité d'une pinte, peut suffire pour tous les besoins ordinaires du laboratoire. La boule doit avoir au moins un pouce de diamètre, et être, avec le fil métallique et le bouchon

de bois, si solidement fixée à la bouteille, qu'on puisse placer cette dernière dans toutes les positions, sans crainte que rien ne se détache ou ne se dérange. Il faut également que la communication entre la boule et la garniture intérieure soit établie par un fil métallique, et non par une chaîne, afin qu'elle ne soit interrompue dans aucune position. Pour s'assurer de la bonté d'une bouteille de Leyde, il faut la charger. En la tenant par la partie extérieure recouverte de la feuille d'étain, on met le bouton en contact avec la machine bien disposée, on charge aussi fortement que possible; si la bouteille ne se décharge pas d'elle-même, et qu'elle ne laisse pas passer d'étincelle sur la partie extérieure du verre non revêtu, elle est bonne sous ce rapport; si elle se décharge spontanément, mais seulement après avoir été très-fortement chargée, elle peut encore servir; mais si elle se décharge spontanément et avec facilité, même avec une charge assez faible, elle est décidément mauvaise. On remédie cependant quelquefois à ce défaut en retranchant un pouce ou davantage à la partie supérieure de la feuille d'étain, afin qu'il y ait plus de distance entre elle et la tige de la boule, ou en supprimant quelques saillies anguleuses, qui peuvent quelquefois faciliter la décharge spontanée.

917. Pour s'assurer si la bouteille de Leyde peut conserver pendant un certain temps, sans perte sensible, la charge qu'elle reçoit, on la charge fortement, puis on la décharge aussitôt avec l'excitateur, en observant avec attention la longueur, le brillant, et le son de l'étincelle. On la recharge ensuite au même degré qu'auparavant, puis, l'éloignant du conducteur, on la laisse pendant une minute à l'air avant de la décharger, et l'on observe de même les caractères de l'étincelle. Il

est alors facile de juger si l'étincelle a diminué de volume et d'intensité, et si la différence est considérable. Il n'y a pas de bouteille qui ne perde une quantité considérable de fluide, même dans un court intervalle de temps, quand elle est fortement chargée; mais si elle ne l'est que modérément, elle doit éprouver une déperdition beaucoup moindre, et produire une étincelle d'une force assez considérable, même après un laps de cinq minutes. Une bouteille de la dimension ci-dessus décrite doit, lorsqu'elle est sèche, chauffée et bien chargée, donner, après cinq minutes, une étincelle d'au moins un demi-pouce de longueur à la boule d'un excitateur, laquelle aurait un tiers de pouce de diamètre.

Cette propriété de retenir la charge électrique est quelquefois d'une grande importance dans les expériences chimiques, à cause des délais inévitables qui ont souvent lieu avant qu'on puisse faire passer l'étincelle.

918. Dans les expériences eudiométriques, il est plus commode de décharger la bouteille avec un simple fil métallique, que de se servir de l'excitateur ordinaire à manche de verre. Prenant un fil de cuivre d'environ un vingtième de pouce d'épaisseur, on le fait communiquer avec l'extérieur, en le passant autour du corps de la bouteille, sur laquelle on le fixe en le tortillant, on laisse au bout qui doit servir d'excitateur environ dix pouces de longueur; on courbe ensuite cette extrémité libre, pour l'empêcher d'agir comme pointe, et si l'on veut rendre l'appareil plus complet, on y fixe une petite boule métallique. Ce fil remplit les fonctions d'excitateur toutes les fois qu'il en est besoin, et comme il se trouve constamment en contact avec l'extérieur,

et qu'il est en même temps très-flexible, il peut s'adapter à toutes les positions possibles. Supposons, par exemple, que la machine électrique ne donne pas une étincelle assez forte pour enflammer un mélange de gaz renfermé dans un tube eudiométrique (913), et qu'une décharge de la bouteille soit nécessaire, il faudra, pour la décharger, s'y prendre de la manière suivante. On placera et l'on maintiendra en contact avec l'un des fils de l'eudiomètre l'extrémité tortillée du fil métallique, puis approchant de l'autre fil la boule de la bouteille, la décharge se fera immédiatement par l'instrument, sans aucun inconvénient pour celui qui fait l'expérience, quand bien même il tiendrait dans sa main le fil et la bouteille pendant l'opération.

919. Il y a sur la manière de tenir l'eudiomètre pendant l'explosion plusieurs précautions sur lesquelles nous croyons devoir appeler l'attention. L'eudiomètre à détonation ordinaire est un tube de verre court, fermé à l'extrémité supérieure, près de laquelle passent dans le verre deux fils de platine, dont les pointes intérieures sont à très-peu de distance l'une de l'autre. Ces fils étant mis en communication avec une bouteille chargée, comme il est dit ci-dessus, conduisent l'électricité, et la décharge s'opère dans l'intervalle qui les sépare. Le gaz soumis à l'étincelle est généralement un mélange inflammable. Il faut l'introduire dans le tube sur l'eau ou sur le mercure, selon sa nature (720, 741). Lorsqu'il a été introduit, on essuie à l'extérieur la partie supérieure de l'eudiomètre, afin que ni l'eau ni le mercure n'y puissent adhérer. Il faut ensuite tenir l'instrument ferme et vertical; la meilleure manière est peut-être de le serrer d'un côté avec les trois doigts du milieu de la main, tandis que le pouce et le petit doigt le pres-

sent de l'autre. Il faut que la main soit placée à peu près à la moitié du tube, hors de la direction des fils de platine, et que le bouton de la bouteille chargée n'en approche pas pendant l'expérience. Le tube ne doit être supporté que par la main; il faut éviter que sa partie inférieure ne touche le fond du vaisseau dans lequel il est placé pendant l'explosion, dans la crainte qu'elle ne se brise. Nous conseillons, lorsqu'on le pourra, de boucher légèrement l'ouverture de l'eudiomètre, au moment de l'explosion, avec un des doigts de la main qui n'est pas occupée. On n'empêche pas par là l'eau ou le mercure de descendre pendant l'explosion; mais lorsque le doigt se trouve ramené contre l'ouverture, il empêche le liquide de se précipiter avec violence dans l'intérieur, et en le retirant peu à peu, on fait entrer sans secousse l'eau ou le mercure, et l'on évite ainsi les chances de perte.

920. On peut, comme nous l'avons déjà dit en parlant des étincelles du conducteur (913, etc.), adapter avec succès une boule à l'extrémité des fils métalliques lorsqu'elle est trop aiguë; si l'humidité intérieure était suffisante pour servir de conducteur à une faible décharge, il faudrait charger plus fortement la bouteille.

921. Les proportions de gaz que l'on peut faire détoner sans danger dans un tube eudiométrique dépendent de la force explosive du mélange, et de la quantité sur laquelle on opère. La force expansive d'un mélange d'oxigène et d'oxide de carbone que l'on enflamme est beaucoup moindre que celle d'un mélange d'oxigène et d'hydrogène, ou de gaz oléfiant. Il ne suffit pas de s'occuper de la résistance que le tube peut offrir, il faut encore qu'il soit de capacité suf-

fisante pour ne rien laisser échapper du produit au moment où l'expansion et l'agitation du mélange sont le plus considérables. On ne doit donc introduire dans un tube, pour chaque détonation, que la quantité de gaz nécessaire pour occuper un sixième de sa capacité à la température ordinaire, et même en général il vaut mieux, pour plus de sûreté, n'opérer que sur une quantité beaucoup moindre.

922. Il faut communément le concours de deux personnes pour les expériences eudiométriques, l'une pour tenir et diriger l'instrument, l'autre pour communiquer la décharge électrique. On peut néanmoins opérer seul au moyen d'une disposition fort simple. On place la bouteille sur la table, de manière à ce que le bouton soit en contact avec le conducteur principal de la machine, et communique au moyen d'un fil métallique de deux pieds de longueur à l'un des fils de l'eudiomètre; un autre fil de même longueur, portant à l'une de ses extrémités une boule métallique, est ensuite attaché par l'autre bout au second bouton de l'eudiomètre, de manière à ce que la boule se trouve à un demi-pouce d'une partie quelconque du conducteur de la machine. Il est bon d'isoler la boule et le fil qui la porte, en la plaçant sur un morceau de verre élevé à la hauteur convenable (16). De cette manière l'opérateur peut tenir l'eudiomètre d'une main, et tourner la machine de l'autre. Lorsque la charge de la bouteille a acquis assez d'intensité pour que l'étincelle puisse franchir l'intervalle d'un demi-pouce qui se trouve entre le conducteur et la boule, elle se décharge par les fils de l'eudiomètre. La main qui tient le tube doit être, comme nous l'avons dit (919), aussi éloignée que possible des fils conducteurs.

923. Au moyen de l'eudiomètre du docteur Ure (914), on peut opérer seul avec la plus grande facilité. Cet instrument est garni de deux tiges de platine comme les autres eudiomètres; mais par la courbure qui lui est donnée, l'extrémité ouverte se trouve à la hauteur de l'extrémité fermée. On le remplit d'eau ou de mercure, et l'on y introduit le gaz de la manière ordinaire; le tenant ensuite dans une position verticale, on déplace une portion du liquide de la branche ouverte soit en y enfonçant une baguette de verre, soit par tout autre moyen. On saisit alors la branche ouverte avec la main, le pouce fortement appuyé sur l'ouverture, de manière à la boucher, et à toucher en même temps l'un des fils; l'étincelle passant du conducteur à la main, traverse le gaz et l'enflamme. Le gaz en se dilatant refoule le liquide qu'il surmontait, tandis que l'air de la partie fermée par le pouce agit comme ressort pour comprimer la violence de l'explosion. Si l'on veut faire passer dans l'eudiomètre la charge d'une bouteille (918), il ne faut plus que le pouce touche le bouton en fermant l'ouverture; mais lorsque la bouteille est chargée, il faut accrocher le fil communiquant avec l'extérieur au bouton de l'eudiomètre le plus voisin du pouce, de manière à ce qu'il ne puisse glisser pendant l'expérience, puis approcher la tige métallique de la bouteille de l'autre bouton, ce qui produira la décharge.

924. Il est inutile de décrire avec détails les dispositions d'une batterie; c'est un appareil qui rentre dans le domaine de la physique. Toutes les fois que l'on a

besoin d'en faire usage dans le laboratoire, il faut examiner si toutes les armures extérieures communiquent bien ensemble au moyen de substances métalliques, telles que des fils ou des feuilles de métal, et s'assurer que les armures intérieures correspondent également entre elles, et qu'aucune pointe, aucun fil métallique, ni conducteur quelconque, ne peut établir de communication entre l'intérieur et l'extérieur, ou soutirer le fluide électrique.

Lorsque l'on se sert de la batterie, il faut prendre garde de ne pas la décharger accidentellement en s'en approchant de trop près; car bien que le choc pût ne pas être dangereux, il occasionerait un mouvement involontaire, qui pourrait déranger une opération importante. Lors même qu'une batterie a été déchargée, il est encore quelques précautions à prendre; car il existe une portion d'électricité répandue sur la surface du verre non garni d'étain. Cette portion n'est point enlevée par la décharge, et renvoie le fluide aux armures, de sorte qu'elle recharge la batterie d'une manière quelquefois étonnante; c'est pourquoi, si après avoir déchargé une batterie on la laisse quelques minutes sans que l'armure intérieure communique avec la terre ou avec l'armure extérieure, on peut encore tirer, en appliquant l'excitateur, une très-forte étincelle.

925. Lorsqu'on n'a pas à sa disposition une bouteille de Leyde, on peut en construire une avec une grande fiole à médecine de verre mince: on la remplit aux deux tiers ou aux trois quarts de limaille métallique, on colle à l'extérieur une feuille d'étain s'élevant à la hauteur de la limaille, et l'on ferme l'ouverture avec un bouchon enfoncé presqu'au niveau du

sommet du goulot; on fait passer à travers le bouchon une tige métallique, de manière qu'une des extrémités entre dans la limaille, et que l'autre sorte d'environ trois pouces au-dessus du bouchon; à l'extrémité extérieure on adapte une balle de plomb ou toute autre boule métallique convenable. On remplace encore très-bien la bouteille de Leyde par un morceau de tube de verre mince d'un grand diamètre, garni intérieurement et extérieurement d'une feuille d'étain qui s'étend à environ deux pouces de chaque extrémité, muni d'un bouton et d'un fil métallique communiquant avec l'armure intérieure, comme nous venons de le décrire; enfin on peut se servir au besoin d'un plateau de verre blanc, garni des deux côtés de feuilles d'étain à un pouce et demi de ses bords, mais il faut n'y toucher qu'avec précaution, de crainte qu'il ne se décharge par le contact des doigts.

926. On se procure à peu de frais un excellent excitateur en prenant un morceau de fil métallique d'environ douze pouces de longueur, que l'on recourbe, et que l'on termine par une boule à chaque extrémité, et au milieu duquel on adapte un bâton de cire à cacheter pour servir de poignée.

927. L'électrophore est un instrument qui mérite l'attention du chimiste, par la facilité avec laquelle on peut le construire avec des matériaux qui se trouvent presque partout, et s'en servir pour remplacer une machine électrique dans les opérations ordinaires du laboratoire. La première partie de l'électrophore se compose d'un gâteau de résine que l'on prépare de la manière suivante : l'on prend une feuille d'étain dont on forme une espèce de capsule à fond plat, dont les bords sont relevés à angle droit; on fait fondre ensuite

dans un vase métallique, parties égales de résine, de gomme-laque, et de térébentine de Venise, en ayant soin de maintenir le mélange à l'état de fusion à une température de 108° à 110° cent., jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeur, et que la surface du liquide soit tranquille. Le laissant alors refroidir jusqu'à épaississement, on le verse doucement (afin d'éviter qu'il ne se forme des bulles d'air) sur la feuille d'étain étendue, comme nous venons de le dire, de manière à former un gâteau d'un tiers de pouce d'épaisseur. Lorsqu'il est refroidi, on rabat la feuille d'étain tout autour, et si on le trouve plus commode, on peut fixer une planche au-dessous du gâteau pour lui servir de fond, et prévenir toute fracture qui pourrait arriver par accident.

La seconde partie est ordinairement une planche d'un tiers à un demi-pouce d'épaisseur, à bords arrondis et unis, ayant deux à trois pouces de diamètre de moins que le gâteau de résine. On la recouvre d'une feuille d'étain collée bien également, surtout vers les bords, de manière à ne présenter aucune aspérité. Le côté le plus uni est celui qui doit s'appliquer sur la surface du gâteau de résine, du côté opposé, et dans le centre du plateau on fixe, pour servir de poignée, un tube de verre d'environ sept à huit pouces de longueur; sur le bord du même côté l'on fixe encore un fil métallique de deux pouces de longueur, recourbé en dehors, et portant à son extrémité supérieure une boule de métal bien polie. Cet assemblage constitue la partie supérieure de l'électrophore.

928. Avant de se servir de cet instrument, il faut sécher et chauffer légèrement le gâteau de résine, et faire communiquer la feuille d'étain avec le réservoir

commun, au moyen d'une chaîne ou d'un fil métallique partant de sa surface inférieure. On forme ensuite avec un morceau de flanelle sèche une espèce de rouleau très-lâche, d'environ dix pouces de longueur, et le tenant par une extrémité, on frappe obliquement sur la surface du gâteau de résine, de manière à produire à la fois une percussion et un frottement; on développe ainsi à sa surface une quantité considérable d'électricité. On chauffe ensuite légèrement le disque de l'électrophore, puis on le place sur le milieu du gâteau en le tenant par la poignée de verre, touchant alors le bouton du disque, on en fait sortir une étincelle. On l'enlève ensuite, toujours par la poignée, dans une direction horizontale, à deux ou trois pouces au-dessus du gâteau; on touche de nouveau le bouton avec le doigt ou une boule métallique, et il en part une étincelle beaucoup plus forte que la première. En replaçant le disque sur le gâteau, et répétant la même manœuvre, on parvient à obtenir les mêmes effets pendant un espace de temps assez long. Toutes les étincelles qui partent du disque lorsqu'il est posé sur le gâteau de résine sont négatives; celles qui se produisent lorsqu'il est hors de l'influence du gâteau sont positives.

929. Quand l'électrophore est en bon état, les étincelles que l'on tire après avoir levé le disque sont suffisantes pour enflammer la plupart des mélanges détonans sur lesquels on opère. La détonation a lieu dans les eudiomètres en substituant le bouton du disque de l'électrophore au conducteur de la machine électrique. Si l'on a besoin d'une plus forte étincelle, on charge avec cet instrument une bouteille de Leyde, soit d'électricité positive, soit d'électricité négative. Dans le premier cas, il suffit de mettre le bouton du

disque en contact avec celui de la bouteille, immédiatement après que le premier a été séparé du gâteau de résine. Lorsqu'on aura fait passer trente ou quarante étincelles, la bouteille sera chargée positivement, et chaque fois qu'on reposera le disque sur le gâteau, il reprendra l'électricité négative. Il est bien entendu que pour obtenir de fortes étincelles positives, il est nécessaire de toucher le disque, lorsqu'il est sur le gâteau de résine, avec le doigt ou tout autre corps conducteur, que l'on retire avant d'enlever l'instrument; et que pour obtenir les plus fortes étincelles négatives, il faut que le disque, lorsqu'il est levé, soit toujours déchargé de toute son électricité contre la main ou tout autre conducteur convenable, avant d'être replacé sur le gâteau. Il doit être toujours parfaitement isolé; et comme l'humidité adhère facilement à la surface du verre, et le rend conducteur de l'électricité, il est bon de vernir le tube qui sert de poignée avec de la cire à cacheter dissoute dans l'esprit de vin, ou même de prendre pour poignée un bâton de cire à cacheter, ou de toute autre matière résineuse.

930. Au lieu d'un gâteau de résine on peut employer un plateau de verre sur lequel on colle une feuille d'étain pour former la base métallique (927) qui doit constituer essentiellement le fond de l'électrophore. Une grande lame de mica, garnie également d'un côté avec une feuille d'étain, forme un excellent électrophore. Le disque peut alors être formé d'une plaque d'étain dont les bords sont reployés en-dessus autour d'un gros fil métallique, de manière à ne présenter à l'extérieur aucun bord ou angle saillant. On se sert de ces divers électrophores de la même manière que des précédens; seulement, si l'on emploie du verre, il

faut avoir soin de le chauffer préalablement, et de le tenir chaud pendant toute l'expérience. On y développe une grande quantité d'électricité en le frottant avec un morceau de soie sur lequel on a étendu un peu d'amalgame (908); il faut le passer vivement sur la surface en avant et en arrière, et le retirer à la fin en le faisant glisser rapidement vers le bord, afin d'éviter un contact prolongé sur une portion du verre.

931. L'électromètre à feuille d'or de *Bennet*, perfectionné par *Singer*, est très-utile dans le laboratoire, par la facilité qu'il donne pour découvrir la présence du fluide électrique à une très-faible tension, et pour en déterminer l'espèce. Ce fluide se développe constamment par l'action chimique, par la pile voltaïque, et par beaucoup d'autres causes qui rentrent dans le domaine de la chimie. L'instrument dont il s'agit, avec le perfectionnement qu'il a reçu de Singer, par l'application de son mode d'isolement du bouton et des feuilles d'or, peut, après avoir été chauffé et séché, retenir une charge électrique pendant des heures entières. Il serait inutile d'entrer dans un détail minutieux des usages auxquels il est applicable; mais l'expérience nous ayant démontré qu'en général les personnes qui ont occasion d'y avoir recours n'en comprennent pas bien les indications, nous croyons devoir insister plus particulièrement sur l'espèce de changement qu'il éprouve dans différentes circonstances, et sur les précautions à prendre pour en interpréter les indications.

932. Si l'on électrise une portion isolée d'un corps conducteur, par exemple une boule de cuivre placée à l'extrémité d'une tige de verre, et qu'ensuite on la mette en contact avec le bouton de l'électromètre, le

bouton et les feuilles partageront l'électricité, ce qui sera indiqué par la divergence de ces dernières. Si la charge de la boule est d'une intensité considérable, les feuilles se déchireront par l'effet de leur répulsion mutuelle ou par la force de l'attraction des parois de la bouteille de verre; si au contraire la charge est faible, elles se sépareront modérément, de manière à ne pas toucher le verre. Le degré de divergence des feuilles sera donc en quelque sorte proportionnel à l'intensité de la charge qui leur sera communiquée, et l'effet sera le même, quelle que soit la nature de l'électricité.

933. Il n'en est pas de même lorsque la substance électrisée que l'on approche de l'électromètre est un corps non-conducteur; par exemple, lorsqu'au lieu d'une boule métallique, il s'agit d'un morceau de cire à cacheter frotté avec de la flanelle. Si cette substance est fortement électrisée, son approche causera dans les feuilles le même désordre et les mêmes effets que la boule métallique; si, au contraire, elle n'est que faiblement électrisée, elle produira sur les feuilles la même divergence, tant qu'elle sera en contact avec le bouton; mais lorsqu'on la retirera, les feuilles, au lieu de conserver leur divergence, se rapprocheront, et ne resteront électrisées que très-légèrement, souvent même d'une manière inappréciable. Cet effet tient au pouvoir non-conducteur de la cire; la manière de transmettre l'électricité à l'électromètre en pareil cas, est de passer les parties électrisées de la cire sur le bord du bouton, elles lui communiquent de petites portions d'électricité, et l'électromètre reste électrisé de la même manière que la cire. Cette méthode est néanmoins très-incertaine, car si l'électricité de la cire est faible, le frottement de cette substance contre le bouton de l'élec-

tromètre produira quelquefois une électricité plus forte que celle qui existait auparavant sur la surface de la cire, et l'électromètre se chargera, non de l'électricité préalable de la cire, mais de celle qui aura été développée par le frottement.

934. On peut cependant éviter cette difficulté dans la plupart des circonstances, en mettant simplement le corps non-conducteur électrisé en contact avec la partie supérieure de l'électromètre, et en l'y maintenant pendant toute l'expérience; car l'espèce d'électricité que l'on développe ainsi par influence dans les feuilles métalliques, et qui cause leur divergence, est la même que celle dont elles se chargeraient si l'électricité de la cire pouvait leur être transmise.

935. Nous avons déjà dit que le contact des corps fortement électrisés occasionait le déchirement des feuilles; mais on peut, en tenant les corps à quelque distance, produire la divergence par influence, et même charger l'instrument assez fortement pour que la divergence des feuilles persiste après qu'elles auront été soustraites à l'influence du corps électrisé. Les effets produits ainsi par influence sont de la même espèce et ont la même étendue, que le corps électrisé soit conducteur ou non, de sorte que sous ce rapport il n'y a aucune différence entre la boule métallique et le bâton de cire.

936. Lorsqu'une substance électrisée est placée à une certaine distance du bouton de l'électromètre, de manière à y occasioner une divergence considérable, et qu'on la retient pendant quelques minutes dans la même position, la divergence des feuilles diminue en général, et cette diminution s'opère très-rapidement lorsque l'instrument se refroidit, que le verre devient humide, que les feuilles se déchirent, ou que le bouton

présente des angles et des pointes. En retirant alors graduellement le corps électrisé à une distance assez considérable pour qu'il ne puisse plus influencer l'instrument, on verra les feuilles se rapprocher d'abord, et ensuite s'écarter de nouveau. Cette dernière divergence des feuilles sera le résultat de l'accumulation d'une certaine quantité d'électricité différente de celle du corps que l'on a fait agir sur l'électromètre.

937. Si les effets indiqués ne se manifestent pas, c'est une forte preuve de l'isolement et de la bonté de l'instrument. Si l'on touche alors le bouton avec la main, ou tout autre conducteur communiquant avec la terre, pendant que l'électromètre sera encore soumis à l'influence du corps électrisé, la divergence des feuilles cessera aussitôt. L'instrument étant dans cet état, supposons que l'on interrompe la communication avec la terre, et que le bouton et les feuilles demeurent parfaitement isolés, elles resteront toujours rapprochées l'une de l'autre; mais si l'on éloigne alors le corps électrisé, les feuilles s'écarteront immédiatement, et l'électromètre sera chargé d'électricité d'une *espèce opposée* à celle du corps influençant. L'intensité de la charge ainsi donnée à l'instrument sera proportionnelle au degré de divergence excité dans les feuilles *avant* que l'attouchement du doigt ne les eût fait se rapprocher.

938. Ainsi dans le cas où, comme nous l'avons dit, il faut poser la substance non-conductrice, faiblement électrisée, sur le bouton de l'électromètre (934) pour produire une divergence au moyen d'une électricité semblable à la sienne, il faut se rappeler que, si pendant l'expérience on touche au bouton avec les doigts, et qu'on retire ensuite le corps électrisé, les feuilles se rapprocheront d'abord, puis s'écarteront ensuite par

l'effet de l'électricité différente de celle du corps que l'on examine, bien qu'au commencement de l'expérience elles aient été rendues divergentes par une électricité semblable à celle de ce corps.

939. En conséquence, lorsqu'on a à examiner l'électricité d'un corps, il faut d'abord que les feuilles de l'électromètre soient écartées; on pourra, dans ce cas, les charger avec l'électricité même du corps objet de l'expérience, et à cet effet, s'il est *faiblement électrisé*, on le mettra en contact avec le bouton, en l'y laissant s'il n'est pas conducteur (934), et en le retirant aussitôt après le contact, dans le cas contraire (932). Si le corps est fortement électrisé, on l'approchera assez près pour causer une divergence suffisante dans les feuilles, et on le tiendra dans la même situation jusqu'à la fin de l'expérience. Il se rencontre cependant des circonstances où il peut être convenable de charger l'électromètre d'une électricité opposée à celle du corps que l'on examine (937); et dans l'un et l'autre cas, après avoir déterminé la nature de cette électricité, l'on saura de quelle espèce était celle dont le corps était primitivement chargé.

940. On détermine de la manière suivante la nature de l'électricité qui cause la divergence des feuilles. On sait qu'un bâton de cire à cacheter, frotté avec de la flanelle chauffée, s'électrise *négativement;* et qu'un tube de verre chauffé, frotté avec un mouchoir de soie sec, ou mieux encore, avec un morceau de soie sur lequel est un peu d'amalgame (908), s'électrise *positivement;* la quantité d'électricité développée étant supposée assez forte pour séparer les feuilles d'un électromètre, en tenant la cire ou le verre à une distance considérable, lorsqu'on approchera l'une de ces sub-

stances électrisées du bouton d'un électromètre dont les feuilles seront déjà divergentes, la divergence augmentera ou diminuera; si elle augmente, c'est une preuve que l'électromètre se trouve chargé de la même espèce d'électricité que le corps qu'on lui présente; si, au contraire, la divergence diminue, il faut en conclure que l'électricité est d'une nature différente. De sorte que, connaissant l'électricité du corps approché, on reconnaîtra celle de l'électromètre, et conséquemment celle du corps électrisé qui avait produit originairement la divergence. Prenons pour exemple un bâton de cire électrisé négativement par la flanelle; si, en l'approchant d'un électromètre divergent, la cire fait resserrer les feuilles, on peut en conclure que les feuilles de l'électromètre sont dans un état *positif;* si, au contraire, elle augmente la divergence dans un autre électromètre, c'est que les feuilles de ce dernier sont dans un état *négatif*. Si l'on eût approché une tige de verre électrisée des mêmes électromètres, elle aurait produit une divergence encore plus grande dans le premier, et diminué celle du second, ce qui indiquerait, dans l'un et l'autre cas, les mêmes états que la cire a déjà fait connaître.

941. La cire ou le verre électrisés ne doivent être approchés qu'avec quelques précautions. Si l'électromètre est divergent, il faut électriser la cire ou le verre à une assez grande distance, pour qu'ils n'aient aucune influence sur l'instrument; on approche ensuite graduellement la partie la plus électrisée de la cire ou du verre, du bouton de l'électromètre, en éloignant de l'instrument, autant que possible, la main et les autres corps conducteurs, pendant tout le cours de l'expérience. Aussitôt que la tige commence à affecter les feuilles (bien qu'à une distance de deux ou trois

pieds), il faut observer attentivement l'effet qui se produit, et alors on reconnaîtra facilement s'il y a divergence ou rapprochement. C'est toujours d'après le premier effet produit, qu'il faut juger de la nature de l'électricité de l'électromètre; en effet, il peut arriver qu'en approchant un corps électrisé d'un électromètre, la divergence des feuilles diminue d'abord, qu'elles viennent au contact et qu'elles s'éloignent de nouveau d'une quantité plus considérable qu'au commencement de l'expérience, et si l'on s'en rapportait à cette dernière indication, on serait exposé à en tirer une fausse conséquence. Ainsi, dès qu'on a observé le premier mouvement de l'instrument, il ne faut pas en approcher davantage le corps électrisé, dans la crainte de changer son état électrique; on doit, au contraire, vérifier cette première indication, en éloignant et en rapprochant alternativement le corps, de manière à éviter toute espèce d'incertitude. Il est vrai cependant que, si l'électromètre était chargé de la même électricité que le corps d'épreuve, les feuilles ne pourraient aller qu'en divergeant, à moins qu'elles ne se déchargeassent contre les parois du verre.

942. Il est bon de remarquer que, quoique l'approche de la tige influe sur la divergence, elle ne cause aucun changemement permanent dans l'électricité de l'instrument, à moins qu'elle ne soit placée à trop peu de distance, et qu'elle ne jette beaucoup de désordre dans les feuilles. L'électromètre, après une expérience bien faite, devra donc rester dans le même état électrique qu'auparavant.

943. Lorsque le corps que l'on veut examiner est assez fortement électrisé pour qu'on ne puisse pas l'approcher de l'électromètre, et qu'on soit forcé de le pla-

cer à une distance suffisante pour l'affecter (939) et pour causer une divergence convenable, il faut éviter de le tenir perpendiculairement sur le bouton, mais au contraire, le placer dans une direction oblique, afin que l'on puisse présenter du côté opposé la tige de verre ou le bâton de cire à cacheter, de manière à ce que la tige d'épreuve soit aussi éloignée que possible du corps, objet de l'expérience.

Pile voltaïque.

944. On a introduit à diverses époques de grands changemens dans les formes et dans la disposition de la pile; on peut consulter là-dessus les ouvrages élémentaires de chimie ou d'électricité, et les mémoires particuliers qui ont été publiés sur ce sujet. Ce que nous voulons dire ici, se rapporte moins à cette variété de formes qu'à la manière de tirer de ces appareils toute l'utilité et tous les avantages possibles pour la pratique de la chimie. Quoique les préceptes que nous donnerons soient généraux, ils seront cependant particulièrement applicables à l'appareil le plus ordinaire, où les élémens sont disposés par séries de dix plongés dans des auges en faïence semblables à celles dues au docteur Babington.

945. On remplit en général les auges d'un mélange d'eau et d'acides, qui, lorsque les plaques y sont plongées, donne à l'appareil plus de force et d'activité. On compose un mélange d'une force convenable, en ajoutant deux parties en volume d'acide sulfurique concentré et une partie d'acide nitrique ordinaire, à cent parties d'eau, et remuant bien le tout jusqu'à ce que le mélange soit complet. Il faut toujours s'assurer

de sa force avant de le verser dans les auges; à cet effet, on en verse une petite portion dans un verre, l'on y place un morceau de zinc, et l'on observe l'intensité de l'action exercée sur le métal. Il doit s'en dégager un courant de bulles de gaz assez petites pour qu'on ne puisse pas les distinguer les unes des autres à la vue. Si l'action est assez forte pour qu'il se dégage un grand nombre de bulles volumineuses, qui s'élèvent rapidement à la surface, il faut augmenter les proportions de l'eau. Si, au contrire, l'on n'aperçoit que peu ou point d'action chimique, il faut donner plus de force au mélange en ajoutant de l'acide.

946. Lorsque les plaques sont à leur place, on remplit les compartimens jusqu'à un demi-pouce du haut, en évitant que le mélange communique d'un compartiment dans l'autre. Pour égaliser le niveau du liquide dans tous les compartimens, il faut lever l'auge d'un côté, de manière à ce que le liquide puisse passer d'un compartiment dans l'autre par-dessus les cloisons. On n'a pas à craindre qu'il s'échappe par-dessus les bords, parce qu'ils sont plus élevés que ceux des cloisons; disposition que l'on a adoptée dans tous les appareils voltaïques à compartimens, soit que l'auge soit en terre, soit que les élémens cimentés dans une auge de bois, servent eux-mêmes de cloisons.

947. Quand les élémens de la pile ne sont pas scellés dans l'auge, il est certaines précautions à prendre pour les y introduire. Après avoir versé le liquide excitateur, on place dans le même compartiment les plaques zinc et cuivre de deux paires contiguës, et non les deux plaques de la même paire. On ne peut craindre de se tromper sur ce point avec les élémens à double cuivre de Wollaston, mais il n'en est pas de

même lorsque ces plaques sont simples. Il est encore nécessaire que toutes les plaques soient placées toujours dans le même ordre, les unes par rapport aux autres; s'il arrive qu'une série de dix paires soit placée à contre-sens dans une batterie de cent paires ou même davantage, l'inconvénient qui en résulte est plus considérable que si cette série manquait complètement, et que l'effet d'une autre série semblable eût été neutralisé. Nous conseillerons d'arranger toujours la batterie de manière à ce que, quel que soit le nombre des auges, les deux extrêmes soient à deux ou trois pieds l'une de l'autre.

948. Lorsque la batterie est chargée, et que les plaques sont plongées dans l'acide, pour s'assurer que tout est bien disposé, on attache deux fils métalliques aux plaques extrêmes, on entoure avec les extrémités de ces fils deux morceaux de charbon de buis bien calciné, et lorsqu'on les approche l'un de l'autre, il doit se faire aussitôt une décharge d'électricité, accompagnée d'une étincelle lumineuse extrêmement brillante, et plus ou moins grande, selon les dimensions et la force de la batterie. Si l'on n'obtient point d'effet, ou que l'étincelle produite ne soit pas en rapport avec le nombre et la force des plaques, il faut chercher à découvrir ce qui nuit à l'action de la machine. On prend pour cela un fil de cuivre d'environ un vingtième de pouce de diamètre, et de quatre ou cinq pieds de longueur; on roule une des extrémités autour d'un morceau de charbon de buis, l'autre étant parfaitement décapée; commençant alors par une extrémité de la batterie, on presse fortement d'une main la pointe brillante contre la dernière plaque, tandis que de l'autre on touche avec le charbon le coin de la plaque la plus éloignée que l'on puisse atteindre. Si l'étincelle est aussi brillante

qu'on pouvait s'y attendre, c'est une preuve que l'appareil est bien disposé dans la partie essayée. On place ensuite le bout brillant du fil métallique sur la plaque touchée par le charbon, et l'on essaie de la même manière une seconde partie de la batterie, jusqu'à ce que tout l'appareil ait été soumis à la même épreuve. Si, pendant l'essai, la décharge d'une des portions semble imparfaite, ou manque tout-à-fait, alors en tenant le bout brillant du fil contre le disque avec lequel il était en contact, au moment où l'on a fait la dernière expérience, on éprouve, en revenant en arrière, toutes les plaques de cinq en cinq avec le charbon, en se rapprochant chaque fois de la plaque sur laquelle l'extrémité brillante est appliquée; de cette manière, il arrive un instant où la décharge a lieu, quoique avec moins de force, puisque le nombre des plaques, qui se trouvent entre les deux extrémités du fil métallique, est moins considérable. Lorsque cette décharge s'effectue, on connaît l'endroit où se trouve l'obstacle qui s'opposait à l'action de la batterie.

Si l'on examine la batterie avec attention, l'on verra que la non-réussite de l'expérience provient, ou d'une plaque placée dans l'auge à laquelle elle n'appartient pas, ou du défaut d'acide, ou d'un fil métallique passé au travers de quelque autre partie de l'appareil, ou d'une communication métallique mal établie, ou d'une plaque de zinc brisée, cassée ou corrodée par l'acide, ou enfin de quelque autre cause semblable. Il faudra alors lever cet obstacle; mais s'il est de nature à ce qu'on ne puisse y remédier sur-le-champ, on mettra à part l'auge défectueuse, ou bien l'on établira une bonne communication métallique au moyen de fortes tiges de cuivre entre les plaques les plus voisines de l'obstacle, afin de donner

plus d'effet et d'ensemble à l'action du reste de la batterie. Il n'est pas nécessaire de faire toujours cet essai de la batterie sur des portions de quatre ou cinq pieds; mais lorsque, par sa disposition, elle offre la facilité d'essayer une étendue plus considérable, l'on peut en essayer, par exemple, une moitié à la fois, et découvrir ainsi de suite la portion qui renferme l'obstacle.

949. Le charbon employé dans ces expériences et autres semblables, avec la batterie voltaïque, est fait avec du bois de buis que l'on coupe en morceaux de deux pouces de long et d'environ un quart de pouce d'épaisseur, et que l'on calcine à vase clos. A cet effet, on entasse ces morceaux de bois dans un creuset de terre, et, après les avoir couverts de sable sec, on les fait chauffer jusqu'à ce qu'ils ne donnent plus de flamme. Quoique la plus grande partie de ce charbon conduise l'électricité presque aussi bien que les métaux, il est probable cependant que tous les morceaux n'auront pas cette propriété au même degré. Il faut donc en faire un choix: on les essaie au moyen d'une seule auge, en plaçant successivement chaque morceau de charbon entre ses deux pôles; l'on serre ensuite dans une bouteille bien bouchée ceux qui conduisent aisément l'électricité, et donnent une étincelle brillante, et l'on rejette ceux qui n'en produisent qu'une petite, ou qui sont absolument sans action.

950. Lorsque l'expérience exige la réunion de deux ou d'un plus grand nombre d'auges, et qu'on n'a pas les accessoires nécessaires pour faciliter cet arrangement, il faut d'abord placer les plaques dans la même position et dans le même ordre, dans chacune des auges, puis rétablir la communication au moyen d'un fil de cuivre d'un cinquième de pouce de diamètre. On

ne doit pas se contenter de le recourber de manière à ce que ses extrémités plongent simplement dans les compartimens que l'on veut réunir, il faut au contraire, les maintenir en contact immédiat avec les plaques, afin d'assurer entre elles une communication métallique complète. En effet, l'on conçoit que dans le premier cas le fluide électrique serait forcé de se répandre sur toute la surface du liquide, conducteur bien moins parfait que les corps métalliques, avant de parvenir au fil de cuivre, ce qui causerait une grande diminution dans le pouvoir de la machine, tandis que, dans le second cas, le fil touchant à la plaque métallique, le fluide est transmis sans obstacle, et en quelque sorte sans aucune perte. Les fils de cuivre sont quelquefois eux-mêmes soudés sur des plaques métalliques de la même grandeur que celle de l'auge, et alors il n'est pas nécessaire qu'il y ait contact immédiat, car on a pour transmettre l'électricité une surface métallique considérable en contact avec le liquide, dont la couche entre les deux plaques se trouve réduite à un cinquième ou un sixième de son volume primitif. D'ailleurs ces plaques additionnelles agissent par influence, autant que les autres plaques de l'appareil. Si l'on n'a pas de fil de cuivre ainsi soudé à des plaques métalliques, on courbe un fil ordinaire, de manière à ce qu'il puisse agir comme ressort, et faire pression contre les plaques des auges dans lesquelles on le plonge.

951. On appelle pôles les deux extrémités de l'appareil; les moyens de les faire communiquer avec les corps solides ou liquides sur lesquels ils doivent agir varient selon la nature des expériences. On fait ordinairement partir des deux extrémités, des tiges ou de

gros fils métalliques, qui eux-mêmes portent alors souvent le nom de pôles. Il est absolument nécessaire que ces fils communiquent avec les extrémités de la batterie, soit au moyen de plaques aussi grandes que celles de la batterie elle-même, soudés à leurs extrémités, soit par un contact immédiat avec les dernières plaques de la série, car la simple immersion dans le liquide du compartiment ne doit jamais être regardée comme établissant une communication suffisante (950).

952. Ces pôles ou fils métalliques doivent être d'une épaisseur considérable. Un fil de cuivre (950) d'un cinquième de pouce de diamètre, suffit ordinairement pour la plupart des opérations. Souvent la roideur d'un fil aussi gros s'oppose à ce qu'on puisse facilement le faire communiquer avec la substance objet de l'expérience, sans employer un autre fil métallique plus mince; mais il faut alors que ce dernier soit fort court, et que le fil principal se prolonge autant que possible; Il est bon cependant que ces derniers fils eux-mêmes n'aient que la longueur absolument nécessaire pour faciliter les expériences, car bien qu'ils ne diminuent pas sensiblement le pouvoir d'une forte batterie, il n'en est pas de même lorsque le pouvoir n'a qu'une faible intensité. Tous les métaux ne possèdent pas au même degré la propriété de transmettre l'électricité: le cuivre est celui que l'on doit préférer pour établir des communications voltaïques; il est très-ductile, très-flexible et fort bon conducteur; il ne manifeste aucune propriété magnétique, quand il est pur et à l'état de repos, et n'exerce par conséquent aucune influence sur les phénomènes magnétiques produits par le courant électrique qui le traverse.

953. Pour soumettre à l'action chimique de l'électricité voltaïque les corps mauvais conducteurs (les seuls sur lesquels on ait pu jusqu'ici la faire agir), on les place entre les deux pôles, ou points extrêmes des fils métalliques. La meilleure substance que l'on puisse employer pour former ces extrémités est le platine, comme étant de tous les métaux le moins attaquable. Plus ces pôles sont rapprochés, c'est-à-dire plus la portion du corps mauvaisconducteur qui les sépare est petite, plus l'effet est énergique; de même, la dimension des pôles a une très-grande influence, car plus leur surface de contact avec la substance que l'on veut décomposer a d'étendue, plus l'action est considérable, pourvu toutefois que la distance entre les deux surfaces ne soit pas augmentée.

954. Ces remarques ne doivent s'entendre que par rapport à une étendue de surface agissante, beaucoup moins considérable que la dimension des plaques de la batterie, elles sont d'autant plus applicables, que le corps soumis à l'action voltaïque est moins bon conducteur. Si, par exemple, la batterie était composée de cent paires de plaques de quatre pouces carrés, et que l'on placât de l'eau entre les deux pôles pour en opérer la décomposition; il vaudrait mieux, au lieu de tenir les pointes de platine dans l'eau, à un demi-pouce de distance vis-à-vis l'une de l'autre, les tenir parallèlement, toujours à la même distance; une méthode encore préférable, serait de remplacer le fil de platine par deux lames du même métal, et de les placer dans l'eau parallèlement l'une à l'autre, à un demi-pouce de distance. On pourrait alors augmenter les dimensions de ces deux lames métalliques jusqu'à un peu plus

des deux tiers de la grandeur des plaques de la batterie, ce qui augmenterait considérablement la surface d'action, sans en diminuer sensiblement l'intensité. Il est cependant des circonstances où cette substitution des lames aux fils de platine, bien qu'excellente en elle-même, ne produirait plus aucun effet si les lames avaient les mêmes dimension que les plaques, et même si elles étaient proportionnellement aussi grandes que dans l'expérience précédente ; tel serait le cas par exemple, avec une dissolution saturée de potasse.

955. Il est absolument nécessaire que la communication entre la batterie et les pôles actifs, ou points extrêmes des fils, soit parfaite. Toutes les fois qu'on peut les joindre d'une manière permanente, il faut le faire au moyen d'une bonne soudure métallique. Lorsqu'il ne faut qu'une communication temporaire, on l'établit en mettant les surfaces en contact immédiat, et en les maintenant pendant quelque temps dans cette position par la pression ou tout autre moyen. On peut entrelacer des fils ensemble, en ayant auparavant le soin d'en bien décaper et d'en polir les surfaces. Si, à cause de leur épaisseur, ils sont roides et durs, il faut d'abord opérer une légère torsion, puis les lier ensemble au moyen d'une vingtaine de tours de fil de cuivre plus mince. Soit qu'on enlace les fils, ou qu'on les lie ensemble, il ne suffit jamais de deux ou trois tours. Il faut que les deux morceaux soient liés ou entrelacés de manière à être aussi inébranlables que s'ils ne formaient qu'une seule pièce.

956. Lorsqu'on est obligé d'interrompre et de rétablir fréquemment la communication, ce qui arrive dans la plupart des expériences électro-chimiques et électro-

magnétiques, il faut le faire toujours dans une seule partie de la communication métallique. Il est souvent avantageux d'amalgamer l'extrémité des fils métalliques qui établissent les communications, parce qu'il suffit ensuite de les frotter avec un peu de mercure pour augmenter considérablement leur surface de contact. Pour cela on décape les fils de cuivre, puis on les passe dans une dissolution de nitrate de mercure, et, après les avoir lavés dans l'eau, on les plonge dans le mercure; si l'expérience doit être de longue durée, il faut mettre un quart d'once de mercure dans un verre ou un godet, avec une demi-once d'une dissolution légèrement saturée de nitrate de mercure. On plonge dans le nitrate l'extrémité bien décapée du fil de cuivre, on la promène dans la dissolution et dans le métal, pour qu'elle s'amalgame promptement, ensuite on la passe dans un verre d'eau au fond duquel est un peu de mercure, pour enlever la dissolution, puis on sèche le tout avec du papier à filtrer. Cette méthode est excellente pour assurer l'amalgamation et le contact parfait des chaînons, au moyen desquels on obtient cette mobilité d'une partie de la communication métallique, souvent si nécessaire pour les expériences électro-magnétiques. Si on ne lave pas bien les extrémités amalgamées, elles s'oxident fréquemment, et se couvrent en peu de jours d'une croûte épaisse de matière non conductrice de l'électricité. Lors donc qu'on a à craindre cet inconvénient à cause de la longue durée de l'expérience, il faut opérer l'amalgame non avec le nitrate de mercure, mais au moyen d'un peu de suif et de mercure à l'état métallique; on met le suif et quelques globules de mercure sur une peau de chamois, puis on y frotte le fil de cuivre

jusqu'à ce que l'adhérence du mercure soit complète. Les fils ainsi préparés ne se ternironi pas aussi vite que ceux amalgamés par la méthode précédente.

957. Lorsqu'il s'agit de mettre en contact des surfaces planes, l'interposition d'un peu de mercure produit d'excellens effets; il faut seulement avoir soin que les deux surfaces soient bien nettes. Quand on peut les amalgamer, le contact est encore plus parfait. Un godet rempli de mercure est aussi fort commode pour établir des communications métalliques qu'il faut interrompre fréquemment : on fait alors plonger dans le métal les deux extrémités des fils préalablement amalgamées, et l'on peut les déplacer et les replacer facilement sans causer la moindre secousse ni le moindre dérangement dans l'appareil.

958. Il ne faut jamais oublier dans la pratique ces quatre points importans: contact métallique parfait, épaisseur suffisante dans les fils métalliques, peu de longueur dans ces mêmes fils, et grande étendue de surface, toutes les fois qu'un bon et un mauvais conducteur se trouvent en contact. Il peut arriver que l'observation de quelques-uns de ces préceptes ne soit pas nécessaire dans certaines expériences, mais néanmoins elle est toujours avantageuse, et souvent indispensable, surtout dans les expériences électro-magnétiques, où les recherches doivent porter sur une grande quantité de fluide électrique, mais à une faible tension. Ainsi, souvent un opérateur ne pourra obtenir aucun effet électro-magnétique avec cinq ou six auges, tandis qu'un autre, en prenant toutes les précautions indiquées, l'obtiendra avec une seule paire de petites plaques.

959. Toutes les fois qu'on opère avec de grandes bat-

teries, on doit avoir soin de ne tenir dans la main qu'un seul pôle à la fois, à moins cependant que la communication n'ait été préalablement établie. Il faut encore que les fils conducteurs ne puissent se rencontrer sur aucun point de la direction qu'ils parcourent, afin d'éviter les décharges et les pertes de fluide qui pourraient avoir lieu. Par la même raison on doit tâcher de ne pas les mettre en contact avec le même corps métallique, et même de ne pas les faire communiquer à l'aide d'un conducteur médiocre, afin de conserver leur pouvoir dans toute son énergie.

960. Il faut toujours, autant que possible, disposer complètement les expériences avant de mettre la batterie en action, afin d'éviter la perte de fluide et la détérioration inutile de l'instrument.

961. Il existe un grand nombre de méthodes pour exposer à l'action des pôles de la batterie les substances que l'on veut décomposer, et pour recueillir les résultats de l'expérience. S'il s'agit d'un liquide, tel que l'eau ou une dissolution saline, on peut le mettre dans un verre et y plonger les deux fils de platine servant de pôles (953); plus ils seront rapprochés l'un de l'autre, plus l'action sera forte. On peut aussi se servir de tubes : pour cela on bouche une de leurs extrémités à travers laquelle on fait passer un fil de platine presque aussi long que le tube. Ce fil peut traverser le bouchon de liège qui sert à fermer le tube, ou même être scellé dans le verre lui-même, de la manière que nous indiquerons, section XIX (1000). Disposant ensuite le tube (58), de manière à ce que l'extrémité ouverte forme la partie supérieure, on le remplit de liquide. Il suffit alors de mettre un des pôles en contact avec l'extrémité extérieure du fil du tube, et de plonger l'autre

dans le liquide pour que l'action se produise. Dans toutes ces dispositions il est nécessaire, quelque rapprochés que soient les pôles, qu'ils ne soient pas en contact immédiat, car toute action chimique sur le liquide cesserait aussitôt.

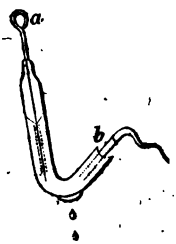
962. Lorsqu'il s'agit d'une petite quantité de liquide, un verre de montre, un morceau de flacon ou de cornue brisée, peuvent servir de récipient; si l'on ne peut disposer que d'une seule goutte de liquide, on peut la recevoir sur un obturateur de verre (1234). Il faut alors rapprocher les pôles l'un de l'autre de chaque côté de la goutte, examiner l'effet attentivement et en prendre note.

963. Afin d'augmenter les surfaces d'action, on peut placer le liquide dans une capsule de platine. On met alors un des pôles en contact avec l'extérieur de la capsule, et l'on plonge l'autre dans le liquide qu'elle contient. On peut même étendre la surface de ce dernier pôle en y attachant un morceau de feuille de platine. Lorsque l'expérience doit se continuer pendant quelque temps, on peut supporter le pôle, plongé dans la capsule, de manière à ce qu'il ne touche pas au fond, en plaçant dans la dissolution un petit morceau de verre, et dans les expériences délicates, un fragment de cristal de roche, sur lequel porte alors l'extrémité du fil conducteur.

964. Lorsque les produits de l'expérience sont à l'état de gaz, la meilleure manière de les recueillir est de se servir de tubes semblables à ceux que nous avons décrits (961). On remplit, par exemple, un de ces tubes d'une dissolution saline, et, après l'avoir renversé dans une dissolution semblable contenue dans un vase

non métallique, on plonge le pôle négatif de la batterie dans le liquide du vase, et l'on fait communiquer le fil métallique du tube avec le pôle positif; l'action chimique a lieu aussitôt, et l'oxigène qui se dégage de l'eau de la dissolution, communiquant avec le pôle positif, est recueilli dans le tube. Si au lieu d'un tube on en emploie deux, placés dans le même vase et communiquant chacun avec un des pôles de la batterie, les gaz dégagés à ces pôles sont recueillis séparément dans chaque tube. Si l'on veut les avoir à l'état de mélange, il suffit de mettre le même tube en rapport avec les deux pôles.

965. La figure ci-jointe offre le modèle d'une forme de tube très-commode pour recueillir et examiner les gaz qui se dégagent à l'un ou à l'autre pôle, dans les expériences sur de petites quantités. On remplira d'abord le tube de la dissolution, objet de l'expérience, puis on le tiendra dans la position représentée dans la figure. L'espèce de gaz que l'on recueillera dépendra du pôle avec lequel communiquera le fil *a*, l'autre pôle sera introduit en *b*, mais pas assez profondément pour que le gaz qui se dégagera de son extrémité puisse s'élever dans la branche supérieure; à mesure que le gaz dégagé par le pôle *a* se réunira dans l'intérieur du tube, le liquide s'écoulera par l'ouverture *b*. Lorsque le tube contiendra une quantité suffisante de gaz, on retirera le pôle en *b*, et l'on procédera à l'examen du gaz, de la manière décrite (884), si l'on n'aime mieux le transvaser pour l'examiner ensuite.



966. Dans toutes les décompositions de dissolutions,

il vaut mieux terminer les fils conducteurs avec une lame de platine qu'avec un fil du même métal, et cela, comme on l'a vu (954), afin d'augmenter la surface de contact. Quant aux fils métalliques scellés à la lampe dans l'intérieur des tubes, il faut avoir soin qu'ils soient d'une certaine épaisseur, et les aplatir en forme de lame sur une longueur presque égale à celle du tube.

967. Dans toutes les dispositions relatives à la décomposition de l'eau ou des dissolutions aqueuses par l'électricité voltaïque, les commençans ne doivent jamais perdre de vue l'influence que peut avoir sur les résultats la quantité et la situation du liquide, objet de l'expérience. Le liquide, comparé au métal des pôles, est un très-mauvais conducteur, de sorte que s'il se trouve interposé en grande quantité, il offre un très-grand obstacle au passage du fluide électrique lorsqu'il n'a qu'une faible tension, et comme l'énergie de l'action est en raison inverse de l'obstacle qu'on lui oppose, nous avons cru devoir insister sur la nécessité de rapprocher les pôles l'un de l'autre (954), afin que la colonne liquide qui les sépare soit aussi courte que possible; mais nous n'avons point encore parlé de l'inconvénient qui résulterait du petit diamètre donné à cette colonne.

Supposons que les pôles de la batterie soient deux fils de platine, et qu'ils aient été plongés dans une dissolution saline contenue dans un verre où ils se trouvent placés à un pouce l'un de l'autre; supposons aussi que l'action chimique ait lieu, et qu'elle se manifeste par un dégagement de gaz. Si, dans cet état de choses, on partage en deux parties égales la distance

qui sépare les deux fils, en introduisant dans la dissolution une feuille mince de mica, dans laquelle soit pratiquée une ouverture d'un diamètre un peu plus considérable que celui des tubes, et qui descende dans le liquide à la même profondeur que ceux-ci, il y aura dans le liquide, au travers de la lame de mica, un passage pour le fluide électrique d'un diamètre plus considérable que celui des fils eux-mêmes, et cependant, bien que la distance entre ces deux pôles n'ait pas varié, l'intensité de leur action sera considérablement diminuée. Cet effet est entièrement dû à la diminution qu'aura éprouvée le diamètre de la colonne du liquide mauvais conducteur; et si la lame de mica, au lieu d'être extrêmement mince, avait une épaisseur d'un demi-pouce à trois quarts de pouce, l'action cesserait presque complètement bien que le diamètre de l'ouverture ne fût pas changé.

968. On expliquera ce résultat si l'on fait attention que la masse du liquide remplace jusqu'à un certain point son pouvoir conducteur, et qu'en diminuant la largeur de la colonne de communication on supprime une foule de petits canaux qui servaient de passage au fluide; c'est une considération que l'on perd trop souvent de vue dans la construction des appareils et dans l'exécution des expériences. Lorsque deux pôles s'élèvent du fond d'un verre, leur action est aussi considérable que possible; mais si l'on recouvre chacun d'eux avec un tube, pour recueillir le gaz qui se dégage, les circonstances se trouvent entièrement changées. En effet, les pôles opposés ne sont plus alors, sous le rapport de l'influence électrique, aussi près l'un de l'autre qu'auparavant; les parties qui s'élèvent

dans les tubes sont alors à une distance égale à la longueur de la ligne tirée de l'extrémité d'un pôle à l'autre en passant par l'extrémité inférieure des deux tubes de verre. Outre cette augmentation de longueur, l'épaisseur de la masse intermédiaire et conductrice se trouve aussi diminuée, puisqu'elle n'est plus égale qu'au diamètre des tubes, tandis qu'elle était auparavant, dans quelques parties, égale au diamètre du vase contenant la dissolution.

969. La même influence se manifeste d'une manière très-sensible dans les expériences où les pôles sont placés dans des vases différens. Il faut alors réunir les deux vases au moyen d'un syphon rempli de la dissolution qu'ils contiennent, ou au moyen de fils d'amiante ou de coton humectés, et donner à ces canaux de communication le plus de largeur possible, sans quoi on éprouverait une grande diminution dans le pouvoir de la batterie; on doit aussi les faire en même temps aussi courts que la nature de l'expérience le permet, par les raisons que nous avons déjà fait valoir (967). En général l'on doit prendre tous les moyens pour que le liquide qui se trouve entre les deux pôles de la batterie ait la plus grande masse, et offre le moins d'épaisseur possible.

970. Les dissolutions aqueuses ayant généralement un pouvoir conducteur plus grand que l'eau pure, on peut profiter de cette circonstance pour effectuer la décomposition de l'eau et de quelques autres corps. Une batterie qui agit sur l'eau, de manière à provoquer le dégagement de portions à peine sensibles de gaz, semblera acquérir un pouvoir deux ou trois fois aussi considérable, si l'on met seulement un peu de

sel commun, de sulfate de soude, ou toute autre espèce de corps salin, dans l'eau que l'on veut décomposer. Il suffit d'une petite quantité, car une partie d'une dissolution saturée de sels, contre six ou huit parties d'eau, produit un effet très-remarquable. Ces dissolutions, qui se décomposent avec facilité sous l'influence de l'électricité, sont fort commodes pour reconnaître l'existence d'un courant voltaïque capable d'opérer des décompositions chimiques.

271. Toutes les fois qu'il y a entre les expériences un intervalle notable, il faut soustraire les plaques à l'action du liquide excitateur. L'acide dissout et détruit rapidement les plaques de zinc avec lesquelles il se trouve en contact, et quoique cet effet ne soit pas assez considérable pour qu'il soit nécessaire d'enlever les plaques pendant les interruptions d'une minute ou deux, et même davantage dans quelques circonstances particulières, il ne faut jamais les laisser sans nécessité soumises à l'action de l'acide; mais s'il doit y avoir un intervalle de cinq à dix minutes entre deux expériences, la chose est assez importante dans une batterie de dix à douze auges et même moins, pour qu'il faille enlever les plaques de leurs compartimens; on y trouve en outre l'avantage d'une action plus forte, lorsqu'on les replonge dans le liquide, ce qui est dû en quelque sorte à leur desséchement et à leur exposition à l'air. Dans quelques batteries voltaïques, les plaques sont disposées dans un châssis suspendu à une corde, que l'on peut élever ou abaisser à volonté au moyen d'un lévier. Le docteur Hare a construit une auge, dans laquelle les compartimens sont formés par les plaques métalliques elles-mêmes, de sorte qu'on

peut y verser le mélange et l'en retirer à volonté, au moyen d'une manivelle exécutant un quart de révolution.

972. Quoiqu'il y ait beaucoup d'avantage à opérer avec une forte batterie, surtout lorsqu'on veut rendre les expériences et leurs résultats visibles à une certaine distance, il n'est pas toujours facile de s'en procurer qui, comme celle dont nous avons parlé (447), aient jusqu'à cent paires de plaques de quatre pouces carrés; et cela même n'est pas toujours nécessaire. On peut répéter les expériences les plus délicates et les plus étonnantes avec une batterie dont les dimensions ne sauraient être comparées à celles de la première, surtout si l'on n'opère pas pour un grand nombre de personnes, en ayant soin seulement d'observer toutes les précautions que nous avons indiquées pour le contact, le rapprochement des pôles, etc. Ainsi une seule auge, garnie de dix élémens de quatre pouces carrés, suffit pour permettre de répéter presque toutes les expériences qui ont été faites sur la décomposition des corps en dissolution, ainsi que celles qui tiennent à l'électro-magnétisme, et même pour découvrir de nouveaux phénomènes. On peut également se contenter, dans un laboratoire ordinaire, d'une petite auge de quarante à cinquante élémens d'un pouce carré; l'habitude de manipuler avec de petits appareils et sur des quantités minimes, est d'autant plus précieuse, qu'elle dispense le chimiste de se procurer des instrumens plus grands, plus coûteux, et conséquemment plus rares.

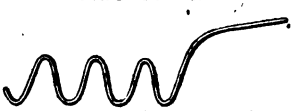
973. Lorsqu'on peut se procurer du cuivre et du zinc en feuilles, il est facile de se construire un appa-

reil voltaïque. On coupe les lames métalliques en plaques de grandeur égale, de deux pouces carrés, par exemple, on les met ensuite en pile avec des morceaux de flanelle de même grandeur, trempés dans de l'acide (945) étendu d'eau, en observant l'ordre suivant : zinc, flanelle, cuivre; zinc, flanelle, cuivre; et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait formé douze élémens et plus. La pile doit être placée dans une assiette, afin de recueillir l'acide exprimé de la flanelle par la pression des plaques. Il faut que les surfaces métalliques qui doivent être contiguës soient bien décapées, afin d'opérer un contact parfait. Pour plus de sûreté, il est bon de souder les plaques ensemble sur les bords, par paires composées chacune d'une plaque de zinc et d'une plaque de cuivre. Lorsque ensuite on dispose la pile, on le fait dans l'ordre suivant : cuivre, zinc, flanelle; cuivre, zinc, etc. Au haut et au bas de la pile on attache des fils métalliques pour servir de pôles. Une pile ainsi composée de vingt élémens produit des effets considérables, et suffit pour un grand nombre d'expériences.

974. On connaît la nature des pôles d'une batterie ordinaire par l'examen de l'une des paires de plaques métalliques employées à sa construction. L'extrémité de la batterie du côté zinc de la paire qu'on examine est le pôle positif; l'extrémité qui est du côté cuivre de la même paire est le pôle négatif : c'est un principe constant, à quelque place que soit la paire dans la batterie.

975. Il est des expériences électro-magnétiques, et plusieurs autres sur la transmission du fluide électrique au moyen de bons conducteurs, comme les

corps métalliques, pour lesquelles il vaut mieux quelquefois agir avec une pile composée d'un petit nombre de plaques d'une grande dimension, qu'avec un grand nombre de plaques plus petites. Il est facile, avec les auges ordinaires composées de dix élémens de quatre pouces carrés, de disposer l'appareil de manière à produire à volonté les effets qui dépendent d'une tension très-forte du fluide électrique, ou de son accumulation en quantité considérable. Ainsi, lorsqu'il s'agit de faire des expériences chimiques avec quatre auges semblables, la meilleure disposition est de les placer à la suite les unes des autres dans leur ordre naturel, de manière à former une batterie de quarante élémens de quatre pouces carrés, et même, si l'on veut, de les réunir comme nous l'avons indiqué (950). Mais si un petit nombre d'élémens plus grands présente plus d'avantages, on peut alors disposer ces quatre auges de manière à former une batterie équivalente à une auge de dix élémens de huit pouces carrés. A cet effet, on place les auges les unes à côté des autres, de manière à ce que leurs extrémités semblables soient dans la même direction. On établit la communication entre les quatre plaques de l'une des extrémités au moyen d'un gros fil de cuivre courbé comme on le voit dans la figure,



et placé de manière à ce que chacun des angles inférieurs soit en contact parfait avec chacune des quatre plaques terminales. Les quatre plaques de l'autre extrémité sont également réunies par un fil disposé de la même manière, et les deux extrémités libres de ces fils servent de pôles à la batterie.

976. Avec une seule paire de plaques, l'une en zinc

et l'autre en cuivre, on peut exécuter presque toutes les expériences électro-magnétiques. Il faut simplement les mettre à côté l'une de l'autre dans un vase contenant de l'acide étendu d'eau, et les faire communiquer au moyen d'un fil métallique ; pour plus de commodité, on peut fixer les deux plaques ensemble, en interposant entre les deux surfaces deux tiges de verre, pour empêcher le contact des deux métaux. A chaque plaque, on attache un fil métallique de quelques pouces de longueur pour agir comme pôles (quoique ce ne soit pas réellement des pôles, suivant l'acception ordinaire de ce mot dans l'électricité voltaïque), l'on fait communiquer les deux pôles au moyen du fil métallique destiné à l'expérience, qui doit être beaucoup plus mince que les premiers, et n'avoir que la longueur absolument indispensable. Nous n'avons parlé que de deux plaques de forme plane, mais on peut leur donner toute autre forme pourvu que leur position relative soit la même. On peut les contourner, ou même employer un vaisseau de cuivre au lieu d'une plaque de ce métal : il sert alors à contenir l'acide.

977. Le double appareil en cuivre décrit par le docteur Wollaston est excellent pour les expériences ordinaires, et de plus, est d'une construction facile. Il consiste en une plaque de zinc entourée des deux côtés par une plaque de cuivre, de manière que les deux surfaces du zinc se trouvent en regard avec une surface de cuivre. Cet appareil, plongé dans l'acide, produit des effets surprenans, puisque une plaque de zinc de moins d'un pouce carré peut produire la combustion d'un fil de platine très-fin, la déviation de l'aiguille aimantée, et la plupart des expériences électro-magnétiques.

978. Il est bon de remarquer ici, pour l'instruction des commençans, que les instrumens composés d'une seule paire de plaques n'ont point d'action chimique sensible.

979. Le bel appareil voltaïque de docteur Wollaston pour la précipitation (485) de certains métaux, est si instructif et si utile dans nombre d'expériences, que nous ne devons pas omettre d'en donner la description. Il fut inventé pour la séparation du Cadmium de la dissolution du minerai que l'on analysait, après en avoir séparé tout ce qui pouvait en être précipité par le zinc seul (484). La dissolution ayant été rendue légèrement acide, fut mise dans un creuset de platine, et l'on y introduisit une tige de zinc, portant à la fois au fond et sur le bord du creuset, ce qui formait ainsi un élément voltaïque avec le platine et le liquide. L'action électro-chimique eut lieu, et le Cadmium fut précipité sur le platine, qui formait la partie négative de l'appareil. Quand la séparation du Cadmium fut complète, on ôta le zinc, on décanta la dissolution, on lava le creuset, et le Cadmium qui y était resté adhérent, avec de l'eau distillée, puis à l'aide d'un peu d'acide nitrique on parvint à enlever ce dernier métal, sans que le platine éprouvât la moindre altération.

980. Un des problèmes que l'on ait le plus souvent à résoudre en chimie, est de savoir si un corps est ou non conducteur de l'électricité, ou à quel point il possède cette propriété. On parvient à connaître s'il jouit de la propriété conductrice au même point que les métaux, de la manière suivante. On sait qu'en plaçant la langue entre deux pièces, l'une d'argent et l'autre de zinc, et les faisant se toucher sur les bords, on dis-

tingue une certaine saveur, qui se renouvelle chaque fois qu'après l'avoir interrompu on reproduit le contact. Si, au lieu de mettre le zinc et l'argent en contact immédiat, on place entre les deux pièces une lame ou un fil métallique, l'on éprouve encore la même saveur, mais si la substance interposée est une substance non métallique, ou un de ces corps en si grand nombre, qui, quoique conducteurs de l'électricité, la transmettent plus imparfaitement que les métaux, par exemple, du papier humide, de l'amidon, ou même un morceau de galène, alors il ne se manifeste aucune saveur. Il faut donc commencer par mettre en contact le zinc et l'argent, et après avoir observé l'effet produit, placer la substance que l'on essaie entre ces deux métaux, et répéter l'expérience; la production ou la non production de saveur indiquera sur-le-champ si la substance est ou n'est pas conductrice. Tous les corps métalliques à l'état de pureté, de même que tous leurs alliages, produisent de la saveur; mais jusqu'ici cette propriété n'a été reconnue dans aucune autre substance, pas même dans les combinaisons des métaux avec d'autres corps, tels que le soufre ou l'oxigène. Le procédé du docteur Wollaston pour empêcher la communication du zinc et de l'argent autrement que par la substanee que l'on essaie, est d'une grande utilité (1); il consiste à faire un trou dans une carte, et à placer la substance dans ce trou entre les deux métaux; par ce moyen le contact est assuré, la substance maintenue à sa place, et le contact accidentel du zinc et de l'argent ne peut jamais avoir lieu.

(1) Philosophical transactions, pag. 20, 1823.

981. Le pouvoir conducteur des dissolutions et des liquides transparens se reconnaît au caractère suivant. S'il se dégage du gaz de la petite portion de substance placée entre les pôles voltaïques, qu'il y ait séparation d'un corps métallique ou autre, ou qu'il s'effectue quelque changement que n'aurait pas produit le métal formant le pôle, séparé de la batterie, c'est une preuve qu'il passe un courant d'électricité, et par conséquent que le liquide est conducteur; l'énergie de l'action qui se manifeste indique en quelque sorte la force du pouvoir conducteur. Il suffit, pour faire cette expérience, d'une petite batterie voltaïque. Il peut arriver cependant, quoique assez rarement, qu'il ne s'effectue aucun changement apparent, bien que le corps soit aussi bon conducteur que les liquides qui éprouvent la décomposition; c'est ce qu'on peut remarquer avec le chlore liquide. Lorsque ce cas se présente, outre le liquide qu'on veut éprouver, il faut placer dans un autre vase une dissolution saline, faire communiquer le contenu de chaque vase avec l'un des pôles de la batterie, puis les réunir au moyen d'une lame de platine, courbée de manière que ses extrémités plongent dans l'un et l'autre liquide, aussi près que possible de l'extrémité des pôles de la batterie. On se trouve ainsi avoir deux substances soumises à l'action du courant électrique; si le dégagement de gaz indique que la décomposition a lieu dans la dissolution saline, c'est une preuve que l'autre liquide est un conducteur d'électricité assez parfait pour cette opération; s'il ne se manifeste aucune décomposition dans la dissolution, il faut en conclure que l'autre liquide ne peut donner passage à une quantité d'électricité suffisante.

982. On peut soumettre à la même épreuve les corps solides non conducteurs au même degré que les métaux, en les substituant au liquide dont nous venons de parler, et faisant encore usage de la dissolution saline. A l'aide de ce moyen, on pourra acquérir la preuve que la plupart des combinaisons naturelles et artificielles des métaux avec les autres corps sont conductrices d'électricité, bien qu'à un degré insuffisant pour produire la saveur dont nous avons parlé (980).

983. Il existe, en outre, un grand nombre de substances qui, bien que possédant assez peu de pouvoir conducteur pour paraître des isoloires parfaits dans toutes ces épreuves, peuvent cependant en manifester un assez considérable, à l'aide d'un courant électrique d'une plus grande intensité. On les classe ordinairement parmi les plus mauvais conducteurs, et la meilleure manière de les examiner est peut-être de les soumettre aux indications de l'électromètre à feuille d'or (931). Lorsque ses feuilles sont divergentes, il faut toucher le bouton avec la substance que l'on tient avec la main ou à l'extrémité d'un fil métallique; il se décharge, et la rapidité plus ou moins grande avec laquelle les feuilles se ferment, indique la force du pouvoir conducteur de la substance. Si les feuilles conservent leur première divergence, c'est une preuve de l'absence totale de pouvoir conducteur, autant au moins que puissent l'indiquer tous les moyens d'épreuve connus. Pour appliquer cette méthode à un liquide, il suffit de le placer dans un vase convenable, soit un tube ou une capsule, communiquant avec la terre à l'aide de la main ou d'un fil métallique, et de toucher en même temps le bouton de l'électromètre, et la surface du liquide avec un fil métallique courbé,

bien isolé au moyen d'un bâton de cire à cacheter ou de gomme-laque. Si les feuilles se rapprochent entièrement, c'est une preuve que le liquide est conducteur de l'électricité.

984. Ce genre d'épreuve a été modifié par M. Rousseau (1) d'une manière fort ingénieuse. Il amène l'extrémité d'une pile sèche en contact avec le bouton de l'électromètre, et la maintient dans cette situation, ce qui occasione dans les feuilles une divergence dépendant du pouvoir du pôle. Il fait ensuite communiquer le bouton avec la terre au moyen du liquide ou de la substance qu'il veut essayer, et observe à quel point la divergence des feuilles s'en trouve diminuée. Lorsqu'elle cesse entièrement, le corps essayé possède un pouvoir conducteur considérable, comparé à celui de la plupart des substances que l'on essaie par ce moyen; mais si les feuilles conservent à peu près leur position, c'est une preuve que le pouvoir conducteur est presque nul. On peut, à l'aide de cette méthode, établir des différences marquées, même entre les diverses espèces d'huiles.

985. Quoique la pile voltaïque serve particulièrement à effectuer des décompositions chimiques, on peut cependant l'appliquer à des expériences d'un autre genre. Lorsqu'on opère dans l'air la décharge d'une forte batterie entre deux morceaux de charbon de bois, la chaleur est très-intense, et s'étend sur un plus grand espace que lorsqu'elle a lieu entre deux corps métalliques. On peut soumettre à l'action de cette décharge toute espèce de gaz, et en observer

(1) Annales de chimie, XXV, 373.

les effets. C'est par ce moyen que l'on parvient à décomposer l'hydrogène carboné ou sulfuré.

986. En soumettant des fils métalliques d'un très-petit diamètre à l'action du courant voltaïque, ils s'échauffent, rougissent, et entrent en fusion. L'on trouve ainsi le moyen d'appliquer une forte chaleur dans des circonstances où l'on ne pourrait la produire d'aucune autre manière, ce qui est très-important dans un grand nombre d'expériences, l'on peut faire chauffer, rougir ou détoner des substances traversées par des fils métalliques, et renfermées dans des vases que l'on peut placer à une grande distance, ou même sous l'eau : l'on a construit sur ce principe des endiomètres dans lesquels le mélange est enflammé par l'incandescence d'un fil métallique qui le traverse.

987. Dans les recherches électro-chimiques, il est souvent nécessaire d'isoler les substances sur lesquelles on opère : l'on a recours à divers moyens, suivant les circonstances. Lorsqu'on a besoin d'un isoloir à surface plane, la meilleure substance que l'on puisse employer est une plaque de mica, puis un gâteau de résine ou de cire, ou, à leur défaut, une plaque de verre légèrement échauffée. Quel que soit l'isoloir que l'on emploie, il faut placer la substance assez loin des bords pour qu'elle ne soit pas soumise, dans son état électrique, à l'influence des corps environnans; il est même avantageux de placer les plaques elles-mêmes sur une bouteille de verre ou tout autre vase, surtout si l'on a à examiner minutieusement l'espèce et le degré d'électricité de la substance isolée. Quand l'isoloir est sur une table ou sur un autre corps conducteur, il est soumis à l'influence de ce dernier, et ainsi, sans aucune

communication directe, laisse influencer d'une manière incertaine et variable le corps électrisé qu'il supporte. Par la même raison, lorsqu'un corps est isolé pour être l'objet d'un examen minutieux, il faut éviter qu'il ne se trouve dans son voisinage aucune pointe ou aucune saillie de matière conductrice, à cause de l'influence qui peut alors être exercée au travers de l'air.

988. Lorsqu'on se sert pour isoler de cylindre de verre, de tabourets à pieds de verre, ou d'un verre à boire (343), il faut avoir soin de les sécher et de les chauffer légèrement. Un appareil de ce genre, constamment employé à cet usage, doit être verni avec de la cire à cacheter, dissoute dans de l'alcohol concentré. Le verre a une telle affinité pour l'eau, qu'à la température ordinaire sa surface est constamment couverte d'une légère couche d'humidité, et devient alors susceptible de transmettre le fluide électrique à des tensions capables d'agir sur l'électromètre à feuille d'or, de sorte qu'il ne peut être considéré comme un isoloir parfait. Si on laisse refroidir à l'air une baguette de verre, bien chauffée et bien frottée, il sera facile, au bout de quelques heures, de se convaincre que, par le seul effet de la couche d'humidité amassée sur sa surface, elle pourra décharger un électromètre à feuille d'or; car si l'on examine le verre de toutes les manières possibles, on reconnaît facilement qu'il n'est pas conducteur par lui-même à la température ordinaire, lorsqu'il est parfaitement sec. Les résines sont très-supérieures au verre comme isoloirs, c'est pourquoi nous recommandons l'usage du vernis.

989. Lorsqu'on veut isoler une petite masse de matière, on se sert d'un fil de soie blanche, trempé dans de la gomme-laque fondue, qui devient rigide

par le refroidissement; on se sert aussi d'un bâton ou d'un fil de cette même résine. Il est facile de faire fondre cette substance, puis de la disposer en fils de différens diamètres; elle est supérieure à toute autre espèce d'isoloir à la température ordinaire.

990 et 991. On peut également suspendre la substance à un fil ou à un cordon de soie blanche. La soie noire est souvent aussi conductrice que le fil humide, et les soies de couleur sont toujours inférieures à la blanche, sous ce rapport, la teinture qu'elles renferment leur donnant un certain degré de conductibilité.

SECTION XVIII.

Luts, cimens.

992. Le but de cette section est de faire connaître en détail les diverses espèces de luts et de cimens, et la manière de les appliquer, afin de mettre les commençans à même de choisir celui qui conviendra le mieux à leurs expériences, et qui remplira le plus efficacement leur but.

993. Les luts sont des mélanges mous et adhérens, ordinairement terreux, employés, soit pour clore les ouvertures qui se trouvent au point de jonction de deux parties d'un appareil, soit pour enduire l'extérieur des vaisseaux que l'on soumet à une température élevée : dans ce dernier cas on a pour but de leur donner plus de force pour résister aux fractures (453), ou de réparer celles qui existent, ou enfin de s'opposer au contact de l'air. On n'emploie à ce dernier usage qu'un petit nombre de luts; le succès de l'opération dépend en général moins de la nature du lut, que de la manière dont il est appliqué. Les luts servant à boucher les petites ouvertures des appareils sont au contraire très-variés, selon la nature des vapeurs à la sortie desquelles ils doivent s'opposer, et le degré de température auquel ils peuvent être soumis.

994. Les luts, les cimens et les mastics, servant aux mêmes usages, peuvent être considérés comme une seule et même chose; nous les comprendrons tous dans cette section.

995. Les vaisseaux qu'il faut recouvrir d'un lut sont en général les cornues, les flacons, les tubes, les creusets, etc.; le lut doit varier suivant le degré de température auquel le vaisseau doit être porté, ou l'usage auquel on le destine.

996. Lorsque le lut doit résister à une très-haute température, comme pour la préparation du potassium dans un canon de fusil, ou lorsqu'il s'agit de fixer un creuset sur son support, il faut choisir l'argile la plus réfractaire qu'on puisse se procurer : la meilleure, sous ce rapport, que renferme l'Angleterre, est sans contredit l'argile de Stourbridge.

La composition du lut, la quantité d'eau qu'on y ajoute pour en former une pâte, varient également suivant l'usage. Après l'avoir délayée, on bat la pâte jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement ductile et homogène, puis on l'aplatit de manière à en former une masse d'épaisseur et de grandeur convenables pour le vaisseau que l'on veut revêtir. S'il s'agit d'une cornue ou d'un matras, on les place au milieu de la masse de lut, dont on relève les bords que l'on applique sur les parois du verre en en suivant les contours; s'il s'agit d'un tube, il suffit de le placer sur une bande de lut dont on relève le bord contre le tube, en roulant celui-ci. Dans tous les cas, il faut frotter préalablement la surface du vaisseau avec un peu de lut délayé dans l'eau, afin d'humecter les parois et d'y faire adhérer un peu de terre; si pendant qu'on applique le lut la surface vient à sécher, il faut l'humecter de nouveau. On doit éviter qu'il ne reste aucune bulle d'air entre le lut et les parois, afin que l'adhérence soit complète. Si, faute de précaution, il s'était formé quelque soufflure, il ne faudrait pas es-

sayer de faire sortir l'air entre le lut et les parois, mais percer la soufflure avec une épingle, afin de donner passage à l'air.

997. Si la grandeur du vaisseau exige l'application de plusieurs morceaux de lut, il faut apporter un soin particulier à les bien réunir ensemble. La meilleure manière est d'amincir les bords de chaque morceau, de leur donner une forme irrégulière, et s'ils sont secs, de les humecter avec un peu de lut clair. On superpose ces bords, et l'on complète ensuite l'adhérence à l'aide d'une légère pression.

998. Lorsque le vaisseau qu'on lute est de forme irrégulière, on s'assure de l'égalité d'épaisseur du lut, en enfonçant une aiguille dans la partie que l'on suppose trop épaisse, et en observant la profondeur à laquelle elle pénètre. Le petit trou ainsi formé ne peut être d'aucune conséquence; d'ailleurs il est aisé de le refermer en pressant un peu avec le doigt la partie du lut qui l'entoure.

999. Le vaisseau étant bien luté, il faut le placer dans un endroit chaud, sur le bain de sable, ou même aux rayons du soleil; mais il faut éviter de le faire sécher trop rapidement ou d'une manière irrégulière, et avoir soin de le retourner de temps en temps pour en exposer successivement toutes les parties à l'action de la chaleur.

1000. On n'est pas bien d'accord sur la consistance qu'il faut donner aux luts, et souvent même dans la pratique on est obligé de modifier la méthode que l'on a adoptée. Le principal but auquel il faut tendre est de diminuer la contraction qu'éprouve l'argile humide, soit lorsqu'on la sèche à l'air, soit lorsqu'on la soumet à l'action du feu. Quelques personnes battent l'ar-

gile jusqu'à ce qu'elle forme une pâte très-fine et très-homogène, n'y ajoutent que la quantité d'eau absolument nécessaire pour rendre la pâte ductile et facile à appliquer; elles en revêtent la surface des cornues ou des tubes, de la manière que nous avons décrite, jusqu'à ce qu'elle y forme une couche d'un quart à un demi-pouce d'épaisseur, selon la dimension du vaisseau et le degré de force qu'exige le lut. Si ensuite, pendant la dessiccation, la couche d'argile vient à se fendre, elles remplissent soigneusement les fentes avec une portion du même lut, font sécher de nouveau, et le réparent encore, s'il est nécessaire, jusqu'à ce que l'extérieur de la couche ne présente plus aucune solution de continuité.

1001. D'autres personnes appliquent le lut beaucoup plus clair et beaucoup plus ductile. Cela facilite l'opération, mais, en séchant, les fentes sont généralement plus grandes; et quoiqu'on puisse les remplir, et donner à l'extérieur une apparence régulière et continue, il est évident que la séparation qui a lieu entre le lut et les parois du vaisseau, par la contraction de l'argile, sera beaucoup plus considérable avec cette dernière espèce de lut qu'avec la première.

1002. Lorsqu'on expose à l'action du feu les vaisseaux ainsi lutés, et qu'on les fait fortement chauffer, la couche d'argile éprouve une nouvelle contraction. Lorsque le vaisseau lui-même est en fer ou en terre, il ne cède pas à cet effort, mais il se dilate au contraire au-dessous du lut, y occasione ainsi de nouvelles fentes, et l'argile tend de plus en plus à se séparer et à tomber en fragmens. Avec les vaisseaux en verre, cet inconvénient est moins à craindre; car le verre échauffé cède à la contraction du lut, de sorte que si

celui-ci reste adhérent, et ne se déforme pas jusqu'à ce que le verre soit amolli, le tout finit par former une espèce de vaisseau en terre garni intérieurement d'une couche vitreuse (453).

1003. Dans la vue de prévenir les fentes pendant la dessiccation, et d'empêcher conséquemment l'enduit de se séparer du vaisseau, quelques chimistes recommandent d'introduire dans le lut des substances fibreuses, afin d'augmenter mécaniquement l'adhérence de ses parties, et font usage pour cela de crottin de cheval, de foin ou de paille hachés, de bourre de cheval et de vache, enfin de filasse coupée très-courte. On ne doit employer ces substances qu'en petites quantités, et l'on est ordinairement obligé d'ajouter plus d'eau qu'avec le lut seul, et de triturer plus long-temps pour obtenir un mélange parfait. La meilleure manière est de mêler les matières hachées avec l'argile avant d'y verser l'eau. Si les fibres sont longues, qu'elles aient seulement plus d'un pouce, il est presque impossible de les mêler uniformément avec le lut, et l'application en est ensuite fort difficile. Avec du foin coupé de la longueur d'un demi ou un tiers de pouce, on remplit assez bien le but désiré.

1004. On peut faire sécher graduellement des cornues enduites d'un lut ainsi préparé sans qu'il se forme à leur surface de fentes considérables. L'effet de ces substances mélangées n'est pas simplement de donner au lut une plus grande ténacité, mais encore de forcer les fentes qui se forment pendant la contraction à prendre une direction telle, que le lut, au lieu d'être divisé en trois ou quatre parties par de larges fentes, se trouve traversé par une multitude de petites fentes, ce qui ne l'empêche pas d'adhérer

aussi bien que s'il ne formait qu'une seule couche. On évite ainsi qu'aucune partie du lut ne soit dérangée de sa situation primitive pendant la contraction.

1005. On obtient quelquefois le même effet en mettant une bande de grosse toile ou de tout autre tissu grossier sur la surface d'un lut fraîchement appliqué (661). Cette méthode est excellente avec les tubes, et l'on complète la solidité de l'enveloppe en recouvrant la bande de toile d'un peu de lut délayé. Si la forme du vaisseau s'oppose à l'application d'une bande de toile, on remplit le même objet en se servant de filasse ou de chanvre; mais il faut alors que les fibres se croisent dans plusieurs sens, sans quoi, au lieu d'empêcher les fentes, on ne ferait que leur donner une certaine direction. Il faudra ensuite humecter l'enveloppe de filasse avec du lut clair, afin qu'elle adhère fortement au lut, et y soit en quelque sorte incorporée.

1006 et 1007. L'inconvénient le plus grave auquel soient exposés les luts ou enduits, est de se fendre au feu; malheureusement cet inconvénient suit la progression de la chaleur, et conséquemment se manifeste le plus souvent au moment ou lorsque l'enduit, s'il est de bonne qualité, serait le plus précieux et le plus utile. Un lut d'argile pure se contracte beaucoup plus au feu qu'un lut d'argile mêlée avec autant de sable qu'elle en peut contenir sans perdre entièrement sa plasticité et sa ténacité. Le mélange de sable avec le lut le rend cependant plus fusible; aussi, bien que ce soit un excellent moyen lorsque le vaisseau qu'on veut luter ne doit être soumis qu'à la chaleur du rouge-brillant ou du jaune, il ne peut s'appliquer avec égal avantage, et

n'est même d'aucune utilité, lorsqu'il faut qu'il supporte des températures très-intenses. Le meilleur moyen qu'on ait trouvé pour y suppléer a été de faire fortement chauffer une portion d'argile, puis de la casser en très-petits fragmens, et de l'employer au lieu de sable; on l'ajoute à l'argile qui doit former le lut, en quantité suffisante pour la rendre solide sans lui enlever la ductilité nécessaire pour l'appliquer sans trop de difficulté. Les fragmens des creusets dont on se sert dans les verreries donnent aussi un excellent ciment; mais il faut avoir bien soin de rejeter toutes les parties qui contiennent du verre ou qui sont vitrifiées extérieurement. Enfin on peut encore employer, pour le même objet, des creusets de Hesse ou de Cornouailles pulvérisés, quand ils n'ont pas été souillés par des flux ou d'autres impuretés.

1008. Les luts sont moins sujets à se fendre lorsqu'on les enduit d'une couche d'huile après les avoir fait sécher.

1009. On lute quelquefois les cornues, les flacons, et autres vaisseaux de forme irrégulière, en les plongeant dans une *crême* épaisse de lut délayé dans l'eau, et en les saupoudrant de lut sec pendant la dessiccation. Lorsque cette couche est sèche on répète la même opération jusqu'à ce qu'ils aient acquis une épaisseur suffisante.

1010. Il faut, autant que possible, soutenir sur des supports tous les vaisseaux lutés lorsqu'on les expose à l'action de la chaleur (454), afin d'empêcher que le lut ne se dérange ou ne se détache par son propre poids.

1011. La manière d'appliquer tous ces luts varie non-seulement suivant la forme ou la situation du joint ou de

l'ouverture qu'on veut clore, mais encore suivant l'espèce de lut qu'on emploie. Les différentes pièces des appareils, lutées comme on l'avait pratiqué jusqu'à ces derniers temps, donnaient à l'ensemble une rigidité très-incommode, et, sous ce rapport, l'introduction des tubes de caoutchouc est un véritable perfectionnement.

1012. La liste suivante contient un détail succinct des divers luts et ciments que l'on peut employer avec avantage suivant les circonstances.

Argile de Stourbridge : il faut la réduire en poudre fine; elle convient pour enduire les cornues, les tubes, etc., et pour effectuer les jonctions entre les creusets et leurs supports : il faut donc l'appliquer de la manière déjà indiquée (996). Elle supporte un degré de chaleur plus fort qu'aucun lut anglais.

1013. *Terre grasse de Windsor :* on la trouve à Hampstead, etc. C'est un mélange naturel d'argile et de sable en proportions telles, qu'il forme un excellent lut, quoiqu'il ne résiste pas au même degré de chaleur que l'argile de Stourbridge. On s'en sert fréquemment pour garnir intérieurement les fourneaux, les pots bleus, etc.

1013. Ces luts sont encore fort utiles pour fermer hermétiquement les joints métalliques des appareils qui doivent être exposés à une haute température.

1015. *Lut de Willis.* Pour rendre des cornues de terre imperméables à l'air ou aux vapeurs (455), M. Willis indique le lut suivant : faites dissoudre une once de borax dans une demi-pinte d'eau bouillante, ajoutez-y autant de chaux éteinte qu'il en faut pour faire une pâte légère; étendez le lut, ainsi préparé, sur la cornue avec une brosse, et lorsqu'il sera sec, appliquez une couche de chaux délayée dans l'huile, en battant

le mélange jusqu'à ce qu'il soit devenu plastique. Ce lut sèchera suffisamment en un jour ou deux, et on pourra alors se servir de la cornue. Les cornues de terre ainsi préparées peuvent, dit-on, être employées sans crainte plusieurs fois, en renouvelant chaque fois la couche de chaux et d'huile.

1016. En mélangeant le borax fondu et pulvérisé avec les luts d'argile ci-dessus décrits, ou avec l'argile commune, on peut former des flux qui sont souvent utiles pour vernir la surface des vaisseaux, afin d'en boucher les pores : il suffit d'ajouter à l'argile environ un dixième en poids de borax en poudre. Ce mélange, délayé avec de l'eau, forme une pâte épaisse que l'on peut appliquer avec une brosse. Il faut toucher le vaisseau avec précaution jusqu'à ce que la chaleur ait atteint le rouge, dans la crainte que la croûte, jusque-là légèrement adhérente, ne tombe avant la fusion.

1017. *Lut gras :* il s'applique aux jonctions des appareils que l'on veut soumettre à une température élevée, pour empêcher les vapeurs corrosives d'en sortir (440). On le prépare en battant de l'argile desséchée, réduite en poudre fine (de la terre de pipe, ou de l'argile de Cornouailles), avec de l'huile de lin siccative, jusqu'à ce que le mélange forme une pâte ductile. La partie sur laquelle il doit s'appliquer doit être préalablement bien séchée et bien essuyée, afin que l'adhérence soit parfaite. Si l'on a à craindre que le lut ne se ramollisse par l'effet de la chaleur, il faut le maintenir en l'entourant de bandes de vessie, que l'on fixe ensuite au moyen de plusieurs tours de ficelle. Lorsque l'humidité ou les vapeurs se sont frayé un passage entre le lut et le vaisseau, il devient très-difficile de le boucher ; il est donc fort important que le

joint ferme exactement dès le principe. On peut suppléer au lut gras par du mastic de vitrier.

1018. *Ciment de Parker :* c'est une poudre brune qu'il faut tenir dans le laboratoire à l'abri du contact de l'air. En la mêlant avec de l'eau on en fait une pâte claire qui se solidifie peu à peu, et finit par acquérir une grande dureté. On l'emploie avec avantage pour consolider les joints lorsqu'ils ne doivent être exposés qu'à une température modérée. On peut rendre ce lut tout-à-fait imperméable en l'enduisant, au moyen d'un pinceau, d'un mélange de parties égales d'huile et de cire fondue. Ce ciment résiste même assez bien à une chaleur rouge pour pouvoir servir quelquefois pour les cornues ou les tubes.

1019. *Plâtre de Paris :* mélangé avec de l'eau, de manière à faire une crême épaisse ou une pâte légère, il se prend et devient solide en quelques instans. La meilleure manière de le mêler est de mettre un peu d'eau dans une tasse, d'y jeter le plâtre en poudre, et de remuer le mélange. On peut l'employer aux mêmes usages que le ciment de Parker ou ciment romain (440), auquel il est généralement supérieur par la facilité avec laquelle il peut être employé. On le rend imperméable à l'air de la même manière, c'est-à-dire en l'enduisant d'huile, ou d'un mélange d'huile et de cire. Il faut aussi le tenir à l'abri du contact de l'air, lorsqu'il est en poudre. Le plâtre de Paris, mêlé avec de la colle très-faible au lieu d'eau, exige un peu plus de temps pour se consolider, mais finit par former un lut très-dur et très-solide.

1020. On peut faire chauffer sans danger un lut de plâtre de Paris jusqu'au rouge terne; mais lorsqu'il est enduit d'huile ou de cire pour intercepter le pas-

sage des vapeurs, il ne peut supporter sans changement une température aussi élevée.

1021. *Chaux vive :* mêlée avec diverses substances minérales et végétales en dissolution, elle donne un grand nombre de cimens et de luts, qui deviennent durs en séchant, et sont imperméables aux vapeurs. Lorsque la chaux est bien cuite, on y ajoute assez d'eau pour la réduire en poudre sèche, et on la conserve dans une bouteille bien bouchée jusqu'à ce qu'on en ait besoin. On se procure un des cimens les plus solides en mélangeant cette chaux rapidement, et avec beaucoup de soin, avec un blanc d'œuf délayé dans son volume d'eau. On doit l'étendre immédiatement sur des bandes de toile que l'on applique sur les jointures des appareils, et les saupoudrer ensuite avec de la chaux sèche.

1023. L'on peut aussi commencer par appliquer d'abord le blanc d'œuf seul, et y projeter ensuite de la chaux en poudre.

1023. Au lieu d'un blanc d'œuf on emploie quelquefois une dissolution de colle modérément saturée, ou le sérum du sang, ou même du sang délayé; d'autres fois on se sert d'un mélange fait en écrasant dans un mortier du mauvais fromage avec de l'eau, jusqu'à ce qu'il ait la consistance de la crême.

1024. Si pendant une opération un de ces luts vient à se fendre, et laisse échapper la substance que l'on veut retenir, on s'oppose à sa sortie en appliquant à l'issue une nouvelle portion du même lut, qui adhère à l'instant parfaitement, sans qu'on soit exposé à l'inconvénient que présente le lut gras.

1025. *Ciment de fer :* ce mélange s'emploie particulièrement pour réunir d'une manière permanente les

surfaces des vases de fer. On triture dans un mortier de la limaille de fer bien propre, on la passe au travers d'un tamis grossier, puis on la mêle avec du sel ammoniac en poudre, du soufre, et assez d'eau pour humecter le tout légèrement; on l'entasse ensuite avec effort entre les joints, que l'on rapproche aussi exactement que possible. Les proportions sont : 1 partie de soufre, 2 de sel ammoniac, 80 de fer : ce mélange ne doit se faire qu'au moment de s'en servir.

1026. *Le blanc de plomb*, broyé avec de l'huile, étendu sur des bandes de toile, est très-utile pour unir solidement les joints, et surtout les tubes de métal, de verre, ou de toute autre matière. Il faut que le blanc de plomb pénètre bien la toile sur laquelle on l'étend. On serre fortement les bandes autour du joint, puis on les fixe avec de la ficelle, en liant d'abord les deux extrémités, et en assurant ensuite le milieu. Quelquefois, au lieu de toile, on emploie de la filasse mélangée avec le blanc de plomb; il faut alors l'appliquer sur les joints, de manière à ce que les fibres se croisent obliquement, afin de donner au lut plus de force et de solidité.

1027. *Vessie :* on se sert constamment dans les laboratoires de vessies humectées pour opérer une jonction parfaite. Lorsqu'on les a laissées tremper dans l'eau pendant quelque temps, jusqu'à ce qu'elles soit devenues visqueuses, elles sont très-adhérentes, et s'adaptent très-bien au verre. Il faut les couper en bandes de dimensions convenables, que l'on applique sur les ouvertures qu'il s'agit de boucher. La vessie n'exige pas toujours, pour rester en place, le secours de la ficelle, de sorte que, si on le trouve plus commode, on peut quelquefois se dispenser de l'attacher. Si, après l'avoir humectée, on

l'essuie avec un morceau de toile sèche, et qu'on passe sur la surface une couche de blanc d'œuf, on en augmente l'adhérence, et l'emploi de la ficelle devient alors tout-à-fait inutile.

1028. La colle de farine et le papier peuvent aussi servir à boucher les joints des appareils. Pour que la colle soit bonne, il faut qu'elle soit épaisse, et ait bouilli long-temps. Le papier brouillard est préférable au papier collé; la colle le pénètre plus facilement, s'y incorpore mieux, et rend la jonction plus parfaite; mais eu égard au peu de consistance de ce papier lorsqu'il est humecté, il faut apporter le plus grand soin pour manier les bandes imprégnées de colle, et pour les appliquer. Si l'on emploie du papier collé, il faut, pour bien le pénétrer de colle, le plier plusieurs fois du côté où la colle a été appliquée, et le laisser s'imbiber; de cette manière l'évaporation est très-lente, et la colle ainsi que le papier restent long-temps humides. Lorsqu'on veut s'en servir, il faut, avant d'essayer de séparer les surfaces collées, couper le papier en bandes de la dimension voulue.

1029. Le papier qu'on a laissé sécher après y avoir appliqué une couche de colle est fort utile dans les laboratoires; il suffit, lorsqu'on veut s'en servir, d'en couper une bande, de l'humecter, et de la laisser s'imbiber pendant quelques instans. On peut alors l'appliquer sur des tubulures de flacon ou à tout autre endroit convenable; il est encore très-commode pour faire les étiquettes que l'on met sur les flacons, verres, etc. (1196, 1221)

1030. On se sert aussi avec avantage de colle-forte appliquée sur le papier. Etendue sur la toile, elle forme un enduit très-solide que l'on peut rendre tout-

à-fait imperméable en y ajoutant une enveloppe extérieure de papier, sur laquelle on applique avec un pinceau une couche d'huile siccative ordinaire, ou d'huile siccative et de cire (1018).

1031. La farine de graine de lin et la pâte d'amande, bien battues avec de l'eau jusqu'à consistance convenable, fournissent un lut excellent pour luter à froid les appareils en verre (440) ou en métal. Il faut l'appliquer en couche épaisse, et il adhère assez bien alors pour former un corps dur, et résister à la plupart des vapeurs; mais il faut éviter le contact de l'eau soit en dedans, soit en dehors. Ce lut ne peut supporter une chaleur au-dessus de 300°. Lorsqu'il est fait avec du lait, de l'eau de chaux, de la colle-forte légère, il s'affermit plus promptement, et forme une substance plus dure que lorsqu'il est fait simplement avec de l'eau.

1032. *Caoutchouc :* nous avons déjà parlé des tubes de cette substance, et de la manière de les adapter; nous renverrons donc aux § 416 et autres, dans lesquels ce sujet a été traité d'une manière fort étendue.

1033. *Ciment pour les garnitures métalliques.* Ce ciment, ainsi qu'un grand nombre d'autres, sert à fixer les ajutages et à clore les joints qui ne doivent être exposés qu'à la température ordinaire. On l'emploie principalement avec les appareils pneumatiques, tels que la machine pneumatique, les cuves à eau et à mercure, etc. Nous avons déjà décrit (780) la manière de l'appliquer pour fixer les garnitures à robinet sur les cloches à gaz. Il consiste en cinq parties en poids de résine, une partie de cire jaune, et une partie d'ocre rouge, ou de rouge de Venise réduit en poudre fine. Après avoir divisé les substances terreuses dans une capsule de porcelaine placée sur le bain de sable à une

température au-dessus de 100°, on fait fondre ensemble la cire et la résine, on y introduit les premières substances en poudre, par petites portions, et on laisse pendant quelques instans la température s'élever à quelques degrés au-dessus de 100°, jusqu'à ce que le mélange ne donne plus d'écume et n'éprouve plus d'agitation. On le laisse ensuite refroidir, en continuant de remuer, jusqu'à ce qu'il soit devenu assez épais pour que les matières terreuses ne puissent se séparer par le repos.

1034. *La cire jaune* peut souvent servir de lut : elle résiste à la plupart des vapeurs acides, à la température ordinaire ; c'est pourquoi on l'applique souvent, non-seulement pour recouvrir les joints des appareils servant aux opérations sur les acides, mais encore pour enduire les vaisseaux destinés à retenir certains gaz et certains liquides, tels que les composés d'acide fluorique ; mais elle ne résiste pas long-temps à leur action. On la rend moins cassante (mais en même temps plus fusible) en la mêlant avec un huitième en poids de térébenthine commune. Il faut alors la mouler en forme de bâtons cylindriques que l'on tient prêts pour s'en servir au besoin.

1035. Le mastic ou ciment mou consiste en cire jaune fondue avec la moitié de son poids de térébenthine et un peu de rouge de Venise pour lui donner de la couleur. Lorsque ce mélange est froid il a la consistance du savon ; mais la chaleur des doigts et une légère pression suffisent pour le rendre souple et lui communiquer la forme que l'on désire. Il est fort utile dans les circonstances qui exigent de la promptitude, pour affermir un tube ou un bouchon dans le col d'un flacon (448). On ne peut le faire adhérer au bois ou,

autres substances poreuses, lesquelles sont humides; mais dans les cas de nécessité on peut le faire adhérer au métal et au verre mouillés. Il faut alors l'appliquer avec un peu plus de soin, et lui donner une forme sphérique, afin que lorsqu'il rencontre la surface humide il puisse, en s'étendant sur le métal, chasser l'eau devant lui.

1036. Le mastic ou ciment mou est préférable aux autres pour les jointures des appareils qui sont sujets à être transportés pendant les opérations; car il se prête à des mouvemens qui détacheraient les luts plus durs.

1037. On recouvre fréquemment de ciment mou les bouchons de liège ou de verre des flacons et des bouteilles qui contiennent des gaz, des eaux minérales ou des acides. Dans ce cas, le mastic ou ciment mou est bien supérieur au ciment dur ou à la cire à cacheter, parce qu'il conserve beaucoup mieux son adhérence lorsqu'on le transporte. On s'assure d'abord que le bouchon de liège ou de verre est parfaitement sec, puis on étend dessus une grande épaisseur de mastic, et l'on recouvre ensuite le tout d'un morceau de vessie humide que l'on assujettit fortement avec de la ficelle. Si le liquide contenu dans la bouteille n'a aucune action sur le ciment, il faut en faire fondre une petite portion, et y plonger le bouchon de liège avant de l'enfoncer à sa place. Par ce moyen, on peut envoyer au loin des bouteilles contenant des eaux imprégnées de gaz acide carbonique, sans craindre qu'il puisse s'échapper.

1038. Le ciment mou est encore fort utile pour enlever de petites parcelles de substances, comme des cristaux ou des fragmens de corps solides, que l'on

veut soumettre à un examen attentif. Il est facile d'en former un cône pointu, dont on met la pointe en contact avec le corps, qui alors y adhère assez fortement pour qu'on puisse l'examiner dans toutes les positions.

1039 et 1040. Lorsqu'un joint luté ou toute autre partie d'un appareil vient à fuir, on découvre facilement l'endroit par où les vapeurs se dégagent, en approchant du vase un papier humecté d'ammoniaque si les gaz sont acides, et imprégné d'acide muriatique s'il s'agit de gaz ammoniacal. Si les vapeurs sont aqueuses, on peut faire usage d'une plaque de verre froid ou de la surface d'une bouteille : la condensation de l'humidité qui s'attache à la surface froide indique l'endroit où est l'ouverture; d'autres fois on approche du vase la flamme d'une petite bougie : la direction imprimée à la flamme, lorsqu'elle rencontre le courant qui s'échappe, ou même l'inflammation des vapeurs, feront découvrir l'issue par où elles s'échappent. On peut encore, lorsque la chaleur n'est pas trop élevée, et que l'enduit n'a rien à craindre du contact de l'eau, couvrir l'endroit que l'on soupçonne avec une dissolution épaisse de savon, de gomme ou de colle, et alors il se forme une bulle sur l'ouverture d'où s'échappe le contenu gazeux de l'appareil.

1041. Lorsqu'on a ainsi découvert l'ouverture on peut la boucher en y appliquant un peu de ciment mou (1035), de lut gras (1017), de chaux et de blanc d'œuf (1021), ou de papier collé (1029), selon la nature du lut précédemment employé. En y appliquant un morceau de caoutchouc en feuille (416), on parvient souvent à boucher un grand nombre d'ouvertures que l'on ne pourrait fermer autrement.

SECTION XIX.

Manière de courber, de souffler et de couper le verre.

1042. Nous avons déjà cité un grand nombre de circonstances où la connaissance des procédés propres à ramollir, courber et souffler le verre à la lampe d'émailleur, peut être d'une grande utilité (117, 430, 532, etc.). Cette pratique, une fois acquise, est peut-être de toutes les opérations manuelles celle qui met le chimiste le plus à même de se passer du voisinage des grandes villes, et du secours des fabricans d'instrumens, par la facilité qu'elle lui donne de substituer à volonté des portions d'appareil à d'autres.

1043. L'appareil qui rend le plus de service pour ce genre de travail est le chalumeau de table déjà décrit (221), pourvu que l'on observe avec une attention particulière les précautions que nous avons indiquées. Nous allons d'abord décrire les différentes manières de travailler le verre avec cet instrument, nous dirons ensuite comment on parvient à le remplacer autant que possible au moyen de la lampe ordinaire à esprit de vin, et du chalumeau à bouche. Le travail du chimiste se borne en général à agir sur du verre en baguette ou en tube.

1044 et 1045. Supposons l'opérateur assis devant sa table (221), sa lampe préparée et allumée, le soufflet

mis en action par le pied, et la flamme claire, pointue et continue. Nous allons parler d'abord des opérations les plus simples qui puissent se présenter, mais qu'il faut savoir exécuter avec facilité et promptitude avant d'essayer d'aller plus loin. Lorsqu'on fait chauffer un tube par le milieu, il faut le tenir par les deux extrémités, de manière que les avant-bras étant appuyés sur le devant de la tablette, la paume de la main soit tournée en dessus. On place alors la partie que l'on veut chauffer, non pas directement dans l'intérieur de la flamme, mais dans le courant d'air chaud qui suit la même direction, afin d'éviter qu'une chaleur trop brusque ne le brise; l'on fait tourner le tube sur lui-même en le portant à droite et à gauche, de manière à présenter successivement à l'action de la chaleur tous les points qui doivent être chauffés. Au bout de quelques secondes, lorsque le verre est assez échauffé, on le rapproche de la pointe de la flamme, et on l'y introduit tout-à-fait : on continue à le tourner et à le promener dans la flamme jusqu'à ce que le tube (nous le supposons d'environ un demi-pouce de diamètre et un dixième de pouce d'épaisseur), occupant alors le milieu de la partie presque transparente, soit chauffé au rouge brillant ou au jaune, dans la largeur d'un demi-pouce, de manière à être parfaitement mou dans cette partie; on laisse ensuite la chaleur diminuer graduellement.

1046. Le verre mince, pouvant s'échauffer plus rapidement que le verre épais, exige moins de précaution. Il suffit ordinairement de commencer par le chauffer légèrement; quelquefois même on peut le mettre directement dans la flamme. Il y a des tubes si petits et si minces, que l'application la plus brusque de la flamme

ne saurait les briser, ce qui ne manque jamais d'arriver avec les tubes gros et épais.

1047. Pour chauffer l'extrémité d'un tube, il faut y apporter encore plus de soin; car le verre est bien plus sujet à se fendre sur les bords qu'au milieu. La meilleure manière est de commencer par faire chauffer le tube à environ un pouce de l'extrémité, et d'amener celle-ci graduellement dans la flamme, en ayant soin que la partie qui précède soit toujours à une température plus élevée que l'extrémité elle-même; l'on procède ainsi jusqu'à ce que le verre s'amollisse, ce qui arrive au-dessous de la chaleur rouge visible pendant le jour; l'on peut alors continuer sans danger d'appliquer la chaleur.

1048. Il faut éviter de noircir ou de colorer le verre pendant l'opération. C'est un accident qui peut avoir lieu par deux causes : 1° par l'introduction d'une portion de charbon dans la masse du verre; 2° par la réduction de l'oxide de plomb qu'il contient (1). Lorsque le verre, au-dessous de la chaleur rouge, est placé dans la partie brillante de la flamme, il s'y dépose ordinairement une couche de charbon, qui souvent ne disparaît que lorsque la chaleur s'est élevée au-dessus du rouge, parce que le charbon s'incorpore avec le verre fondu; quelquefois même cette couche de charbon augmente progressivement. Placée ainsi en contact avec l'oxide de plomb que contient le verre, ce dernier est décomposé par le carbone, et le plomb réduit forme une autre espèce de tache qui se confond avec la première. Lorsque cet accident arrive, on fait disparaître la tache en approchant le verre du sommet de la flamme, afin que

(1) Toutes les espèces de verre ne renferment pas de l'oxide de plomb; celle qui en contient prend particulièrement le nom de cristal.

l'oxigène de l'air puisse agir dessus ; et si la coloration n'a lieu qu'à la surface, elle diminue et disparaît bientôt; mais cette opération offre souvent des inconvéniens, car pendant que le charbon se consume, et que le plomb s'oxide, le verre, qui est nécessairement dans un état de fusion, se ramasse, s'épaissit, et le tube se déforme.

1049. Lorsque le verre, après avoir été porté à la chaleur nécessaire sans se tacher, est mis dans la partie fuligineuse de la flamme, une portion de l'oxide se réduit souvent, et forme une tache. Il faut y remédier aussitôt, et la faire disparaître comme nous l'avons dit; mais il vaut encore mieux éviter qu'elle ne se produise.

1050. La flamme ne doit être ni vacillante ni irrégulière, et surtout ne pas varier à chaque tour ou mouvement du verre; il faut au contraire qu'elle s'étende en couche uniforme tout autour du tube dans une certaine étendue : plus l'opérateur pourra, en tournant et en promenant le tube, maintenir une température égale sur un grand espace, mieux il réussira; c'est pourquoi il est souvent à propos d'incliner le tube dans la direction de la flamme, et de ne pas le tenir perpendiculairement à cette direction.

1051. Il faut ensuite chercher à varier la température, et à s'en rendre maître.

1052. En s'essayant ainsi, on parviendra à connaître la température propre à chaque partie de la flamme. On verra que la partie pâle, immédiatement avant la pointe brillante, est celle qui fournit le plus de chaleur et qui peut chauffer la plus grande étendue de tube. La force va en diminuant vers l'extrémité, quoiqu'elle soit encore assez considérable pour pouvoir chauffer un gros tube. Le courant d'air qui se dégage de la flamme,

et qu'on peut considérer comme en étant la prolongation, doit être également apprécié. Il a assez d'intensité pour maintenir le verre à une chaleur rouge visible à la distance de deux ou trois pouces de la pointe de la flamme; il sert surtout pour éviter aux tubes une transition trop brusque de température, soit lorsqu'on les introduit dans la flamme, soit lorsqu'on les en retire.

1053. Outre cet examen de la flamme dans la direction de sa longueur, il faut encore reconnaître ses diverses propriétés dans le sens transversal, et comparer la différence que produit la position du tube relativement à l'intensité de la chaleur. Le succès et la promptitude des opérations dépendront de la connaissance qu'on aura acquise de la position dans laquelle il faut placer les tubes, et de la manière dont on doit appliquer les diverses parties de la flamme, selon leurs propriétés.

1054. Outre la différence de chaleur dépendant de la partie de la flamme dans laquelle on place le verre, la grosseur et l'épaisseur du tube exercent encore une grande influence. La flamme doit être forte, bien nourrie, de manière à pouvoir chauffer entièrement, sur une longueur d'un pouce, un tube de verre de deux tiers de pouce de diamètre, et d'un huitième de pouce et plus d'épaisseur. Lorsque le verre est mince, et d'un plus petit diamètre, il faut avoir soin de ne pas le mettre dans la parti e la plus forte de la flamme, car il pourrait s'amollir au point de n'être plus maniable. La pratique seule pourra donner une connaissance parfaite de tous ces détails; car le volume et l'épaisseur du tube, l'état de la flamme elle-même et sa force dans les diverses parties, varient presque à l'infini.

1055. Le ramollissement du verre dépend de la température à laquelle il est soumis. Il commence à s'a-

mollir et à se courber au-dessous de la chaleur rouge visible, et lorsqu'il est en petits fragmens on l'amène facilement à l'état demi-fluide. On peut juger de la consistance du verre autant par le tact que par la vue; la facilité plus ou moins grande avec laquelle il se plie dans les mains, et avec laquelle il cède plus ou moins promptement lorsqu'on exerce sur lui une pression, annoncent mieux que l'aspect seul le moment où il faut le travailler. Le verre étant une substance transparente, n'indique pas à la vue d'une manière aussi précise que pourraient le faire les corps opaques la température à laquelle il est porté, la chaleur rouge ne devenant visible sur le verre que lorsqu'il est à une température beaucoup supérieure à celle qui serait nécessaire pour faire rougir le charbon ou une substance métallique. C'est pourquoi, si le verre s'est taché, comme nous l'avons dit plus haut (1048), les taches paraîtront rouges long-temps avant le reste. Cependant le verre, fortement chauffé, rougit visiblement, et les apparences qu'il offre, bien que peu frappantes, peuvent aider beaucoup à en indiquer l'état. Lorsque le verre est d'une épaisseur modérée, il prend à la chaleur, en conséquence de l'oxide de plomb qu'il contient, une teinte jaune verdâtre; cette teinte se manifeste avant la chaleur rouge, et concourt avec les autre circonstances à faire connaître son état. Il faut chercher à se familiariser avec ces divers indices.

1056. Si, lorsque le tube est chauffé, l'opérateur cherche à le courber, l'étirer ou le refouler sur lui-même; si, bouchant l'une des extrémités avec le doigt, il souffle par l'autre extrémité dans l'intention de le dilater, il verra qu'il faut une chaleur de plus en plus élevée pour produire ces différens effets.

1057. Il faut de plus chercher à acquérir cette fermeté et cette légèreté de main, si nécessaire pour empêcher que le verre amolli ne prenne une mauvaise forme. Lorsque le verre est devenu malléable par la chaleur, il est assez difficile de le tourner d'une manière égale, et en même temps assez légèrement pour que la partie amollie puisse conserver sa forme cylindrique. De même lorsque l'on fait chauffer un tube à un pouce de son extrémité à peu près, et que l'on ne peut soutenir cette extrémité, elle tend ordinairement à se courber et à se déformer; on évite cet inconvénient en tournant continuellement le tube de manière à relever sans cesse la partie du verre ramolli qui tend à descendre.

1058. Quand on chauffe l'extrémité d'un tube, il faut en général le tenir dans une position oblique, et que la pointe chauffée soit à la partie supérieure, et toujours en vue, ce qui donne beaucoup de facilité pour la boucher, y sceller un fil de platine, etc.

1059. Lorsque le verre a reçu la forme voulue, on le laisse refroidir avec précaution. Il ne faut jamais l'ôter brusquement de la flamme et le poser sur un corps froid, car l'on serait infailliblement exposé à le voir se briser. Lorsque le verre est mince, le refroidissement n'exige pas beaucoup d'attention; il suffit de ramener le tube à l'extrémité ou au-delà de la flamme, et après l'y avoir laissé tomber au-dessous de la chaleur rouge, le poser sur un verre ou un fragment de tube, de manière à ce que la partie chauffée se trouve en l'air. Mais avec un tube gros et épais, il faut apporter plus de soin, c'est pourquoi on l'amène graduellement de l'endroit le plus chaud aux parties les plus froides de la flamme, afin que la température

baisse peu à peu; on le laisse ensuite pendant quelques minutes dans le courant d'air chaud qui règne au-delà de la flamme, d'où on le retire enfin avec les mêmes précautions. Nous avons déjà cité un exemple de la nécessité d'acclimater les tubes pour les faire passer d'une température à une autre (895). Lorsqu'on a mis le verre à refroidir, il est bon de le couvrir d'un ou de deux doubles de papier ou d'étoffe, afin que l'abaissement de la température se fasse d'une manière encore plus insensible. Toutes ces précautions sont encore plus indispensables lorsque le verre n'est pas d'une épaisseur uniforme comme, par exemple, à l'endroit de la soudure de deux tubes, à l'extrémité d'un tube scellé hermétiquement, ainsi que lorsqu'il s'agit de redresser une pièce déformée ou de sceller un fil métallique dans le verre, etc.

1060. Pour faire mieux connaître la manière de mettre en pratique ces divers préceptes, nous allons décrire quelques opérations d'une utilité journalière. Une des plus simples est celle qui a pour objet de disposer l'extrémité d'une baguette de verre de manière à pouvoir s'en servir pour remuer les mélanges (348). Il faut d'abord couper la baguette de longueur convenable, et à cet effet on commence par tracer avec une lime triangulaire une marque profonde tout autour de la baguette; la saisissant ensuite avec les mains de chaque côté de la marque, on applique sa force comme si l'on voulait rompre un bâton en deux, avec cette différence que l'on écarte un peu les mains de maniere à tirer légèrement sur le verre. S'il ne se sépare pas sur-le-champ, il faut appliquer de nouveau la lime pour rendre la marque plus profonde. C'est de cette manière que l'on s'y prend aussi pour

couper les tubes (115, 848), en apportant d'autant plus d'attention que le diamètre du tube est plus considérable.

1061. Lorsque la séparation sera opérée, l'extrémité de la baguette présentera une surface plane à bords aigus; mais il suffira de la faire chauffer en observant les règles prescrites (1046). Pour voir le verre se ramollir et prendre une forme arrondie, on retirera ensuite la baguette avec précaution, et on la laissera refroidir. Si l'on veut la terminer en cône (51), on prendra, lorsque le bout de la baguette sera amolli par la chaleur, un autre morceau de verre; on le fera chauffer, puis adhérer par la pression à l'extrémité ramollie. On appliquera ensuite la chaleur la plus intense à environ une ligne de cette extrémité, et, tirant le fragment de tube, on allongera l'extrémité de la baguette, qui se trouvera ainsi terminée par une pointe déliée. On enlèvera le filet de verre en y appliquant la pointe de la flamme, et l'on chauffera l'extrémité de la baguette jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment épaissie et arrondie, puis on laissera refroidir le verre de la manière que nous avons indiquée.

1062. L'opération la plus simple qui puisse se présenter après celle-ci, est celle qui consiste à donner aux tubes une certaine courbure pour en former des syphons, des tubes cornus et une foule d'autres appareils tubulaires.

1063. Après que le verre a été chauffé également sur une longueur d'un demi-pouce et plus, et lorsqu'il est sensiblement ramolli, il faut le retirer de la flamme, et incliner en sens contraire les deux extrémités, les maintenant toujours dans le même plan de manière à courber le tube graduellement, en ayant

soin que la partie convexe soit tournée du côté de l'œil. On continue l'opération jusqu'à ce qu'on ait obtenu le dégré de courbure nécessaire, et que les deux branches droites forment l'angle désiré ; si pendant l'opération le verre se refroidissait assez pour cesser d'être malléable, il faudrait le chauffer de nouveau.

Le tube doit être chauffé également sur tous les points, afin que toutes les parties cèdent à la fois à la pression que l'on exerce, car le verre de la surface convexe s'allonge et s'amincit tandis que celui qui se trouve à la partie concave s'épaissit par suite de la contraction qu'il éprouve nécessairement. Si le verre est beaucoup plus amolli par la chaleur d'un côté que de l'autre, il se trouve trop faible au coude formé par les deux branches et se déforme; si la partie convexe est la plus ramollie, elle s'étend pendant l'opération beaucoup plus que les autres parties, et quelquefois même s'aplatit : si au contraire le côté concave a été le plus exposé à la chaleur, la partie convexe ne s'allongeant pas assez, la première cède à la pression, rentre en dedans en formant un angle aigu. Enfin si le point le plus amolli se trouve dans la partie latérale, la courbure devient irrégulière. En résumé, s'il y a différence de température il vaut toujours mieux que ce soit la partie convexe qui se trouve la plus échauffée; elle se refroidit d'ailleurs bien plus promptement que le côté concave, à cause de sa moindre épaisseur, ce qui compense en quelque sorte l'excès de chaleur qu'elle possédait d'abord.

1064. Lorsque le verre est trop fortement échauffé il se ramollit tellement qu'il est impossible de lui donner une courbure régulière : cela offre cependant quelquefois cet avantage, que l'on peut donner au tube une cour-

bure extrêmement courte; mais à moins de quelque circonstance particulière on doit en général conserver aux tubes une épaisseur uniforme dans toute leur étendue. Ainsi lorsqu'on aura remarqué un aplatissement ou un pli causé par l'inégalité de la température, il faudra laisser refroidir cette portion du tube et échauffer les portions voisines, afin de redresser le ube soit en dilatant le côté concave, soit en resserrant le côté convexe.

1065. Lorsqu'on a besoin d'une courbure considérable, et que l'angle formé par les deux branches doit avoir très-peu d'ouverture, comme cela se pratique pour les syphons, il faut courber le tube sur une grande étendue, en appliquant la chaleur progressivement sur plusieurs points jusqu'à ce que les deux branches aient atteint le degré d'inclinaison nécessaire. Les tubes épais en verre et d'un petit diamètre se courbent plus facilement sous un angle aigu que ceux qui sont minces et d'un plus grand diamètre. Il faut donner à ces derniers une bien plus grande étendue de courbure pour éviter qu'ils ne se déforment.

1066. Lorsque l'on doit chauffer successivement, comme nous venons de le dire, plusieurs points d'un tube, il faut toujours commencer par l'une des extrémités de la partie sur laquelle la courbure doit être prise, retirer successivement de la flamme les parties qui auront été chauffées, et les courber pendant que l'on introduit dans la flamme la portion voisine. Le passage du tube au travers de la flamme s'opérera ainsi d'une manière régulière et continue. L'on peut facilement s'exercer à cette pratique en courbant à la flamme d'une lampe à esprit de vin, sans le secours du chalumeau, un tube de la grosseur d'une plume à écrire.

1067. Lorsqu'il s'agit de courber un tube tellement

près de son extrémité qu'on ne puisse la tenir commodément avec les doigts, il faut se servir d'un morceau de bois ou d'un autre morceau de tube pour la soutenir et pour exercer sur elle la pression nécessaire pour déterminer la courbure. Lorsque l'extrémité elle-même doit être recourbée, on ne peut plus se servir, dans ce cas, de bois ni de verre, parce que le premier, en brûlant, colorerait le tube, et que le second, venant à se ramollir, pourrait y adhérer. Il convient alors d'employer une tige métallique; celle-ci ne doit être en contact avec le verre que pendant le temps rigoureusement nécessaire pour exercer la pression, car si elle y restait plus long-temps elle pourrait en abaisser la température au-dessous du point de ramollissement et en occasioner la rupture. Toutes les fois que l'on se sert d'une tige métallique pour courber du verre, elle doit toujours être assez froide pour ne point y adhérer; et pour cela il faut qu'elle soit d'un diamètre assez considérable pour que la chaleur communiquée subitement par le contact du verre ne soit pas suffisante pour déterminer l'adhérence. On peut mettre le verre au-dessous du point de ramollissement en contact avec un corps métallique très-échauffé sans craindre de le briser.

1068. Les tubes dont la grosseur n'excède pas celle d'un tuyau de plume peuvent, comme nous l'avons déjà fait remarquer, se courber à la flamme d'une lampe à esprit de vin; l'on peut également les courber au-dessus de la cheminée d'une bonne lampe d'Argand. Pour les gros tubes on se sert d'un feu de charbon de bois placé dans un fourneau ou sur une plaque métallique; mais on ne peut jamais leur donner des courbures aussi courtes qu'à la lampe d'émailleur. Nous ne reviendrons

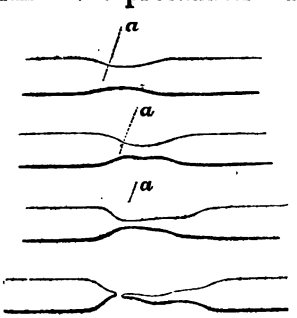
pas ici sur les avantages que présente la lampe de M. Cooper (672) pour chauffer des tubes sur une grande longueur, lorsqu'on veut leur donner une courbure très-étendue.

1069. L'opération que nous allons maintenant décrire n'est pas moins utile que la précédente; elle a pour but de fermer un tube à l'une de ses extrémités pour en former un de ces vases si utiles dont nous avons déjà parlé (141, 848). Elle s'exécute très-aisément avec un morceau de tube droit, ouvert aux deux extrémités, et assez long pour fournir deux tubes fermés. Supposons donc que nous ayons à faire deux tubes, clos chacun par une de leurs extrémités, avec un tube de 6 à 7 pouces de longueur, d'un demi-pouce de diamètre et d'un douzième à un quatorzième de pouce d'épaisseur.

1070. On commence par faire chauffer le tube par le milieu; mais au lieu de chercher à étendre la chaleur sur une grande surface, il faut au contraire la resserrer dans un anneau étroit (1051), et pour cela écarter les mains en tirant sur le verre dans le sens de sa longueur. Le verre s'allonge, et diminue en même temps de diamètre. La manière d'appliquer la chaleur exige ici quelque explication. Si on la portait toujours dans le milieu de l'étranglement en continuant à tirer sur le tube, il se diviserait bientôt en deux parties terminées irrégulièrement en forme de pointe. Car à mesure que le verre s'allonge, et que le diamètre aussi bien que l'épaisseur diminuent, l'action de la flamme augmente, puisqu'elle porte sur une moindre masse; la partie la plus étroite est conséquemment la plus échauffée, et cède d'autant plus facilement à la force que l'on emploie. Si au contraire on changeait le verre de place de manière à ce que la flamme portât sur les portions

voisines de l'étranglement, leur ramollissement pourrait surpasser celui de la partie contractée du tube, et en continuant de tirer on arriverait ainsi à transformer le tube primitif en un tube beaucoup plus long, mais d'un diamètre beaucoup plus petit.

1071. Il faut prendre un milieu entre ces deux extrêmes. Aussitôt que le verre cède à la tension, que le diamètre diminue, il faut diminuer la force de manière à la proportionner au ramollissement du verre; et procéder graduellement; il faut en même temps porter le verre vers l'extrémité de la flamme, et même hors de la flamme, afin de pouvoir modérer la chaleur et l'appliquer principalement à une petite surface. Il ne faut pas chercher à donner la même forme aux deux morceaux de tube, il faut au contraire se servir de l'un comme d'un outil, et l'employer à perfectionner l'extrémité de l'autre. On dirige en conséquence la pointe de la flamme sur la portion du verre qui doit former le fond du tube, un peu au-dessus de la partie la plus resserrée, mais de manière cependant à ne pas trop ramollir la partie épaisse de l'étranglement, en éloignant avec précaution l'une des mains; par cette opération la partie étroite s'amincit de plus en plus, devient tout-à-fait capillaire, entre en fusion, et finit par se diviser. L'extrémité se trouvera fermée et bien arrondie, si l'on excepte un petit bouton de verre qui restera probablement dans le milieu, tandis que



l'autre morceau sera allongé un peu irrégulièrement, quoique également fermé à son extrémité. La figure ci-jointe représente les changemens successifs de la forme et de l'aspect du tube : la partie à laquelle doit s'appliquer la plus grande chaleur est désignée par les lignes ponctuées *a*, *a*, *a*.

1072. Il faut ensuite s'occuper de faire disparaître le bouton de verre resté à l'extrémité du tube. S'il n'est que d'un petit volume, il faut chauffer l'extrémité du tube jusqu'à ce que le verre soit amolli. Appliquant alors la bouche à l'extrémité ouverte, l'on y souffle assez fortement et suivant le degré de ramollissement du verre; la portion dans laquelle se trouve le bouton, étant plus épaisse que le reste du verre, conserve plus long-temps sa chaleur, et par conséquent éprouve une dilatation plus considérable. De cette manière, à l'aide d'un peu d'adresse, on peut faire disparaître le bouton, et donner au fond du tube une forme régulière et arrondie (1114, 129), d'une épaisseur à peu près égale dans toutes ses parties.

1073. Quand la première opération n'a pas été bien conduite et que le bouton est assez gros pour faire craindre, en opérant comme nous venons de le dire, de laisser à l'extrémité du tube une couche de verre trop épaisse, on le chauffe fortement, et l'on y soude un fragment de verre également chauffé; rapprochant alors l'extrémité de la flamme de la partie arrondie du tube, on l'étire, et on enlève le bouton; l'on procède ensuite pour le reste de l'opération de la manière que nous avons déjà indiquée. S'il arrivait que l'extrémité du tube fût irrégulière, difforme, et incapable de servir, il faudrait, après y avoir soudé un autre morceau de verre, chauffer le tube un peu au-dessus de la partie

défectueuse, et recommencer l'opération comme la première fois.

1074. Si l'extrémité bouchée du tube est trop mince, il faut la faire rougir pendant quelque temps, et par l'effet de l'accumulation du verre elle acquerra bientôt une épaisseur égale à celle des parties voisines, ce qu'il est très-facile de reconnaître à la simple inspection. Si au contraire elle est trop épaisse, il faut la rendre plus mince en la soufflant comme on l'a vu (1072). Nous parlerons ci-après (1093 et 1097) des précautions qu'exige cette dernière opération.

1075. Lorsque l'on a terminé l'un des deux tubes, (1070) il faut reprendre celui qui a servi d'outil, afin de lui donner la forme convenable, ce qui sera très-facile à faire en se reportant à ce que nous venons de dire (1070, 1072, etc.).

1076. Si le tube sur lequel on opère est mince, il faut chauffer une plus grande surface, et opérer avec beaucoup plus de précaution que lorsqu'il est d'un verre épais; car si l'on ne chauffait qu'un espace peu étendu et qu'on l'étirât trop vite, le verre deviendrait si faible, que lorsqu'on le porterait à une certaine température il y aurait solution de continuité, et alors même qu'on pourrait éviter ce dernier accident, l'extrémité du tube serait si mince, qu'il n'y aurait aucune sûreté à s'en servir, le moindre choc suffirait pour le briser. Dans ce cas, aussitôt que le tube est étiré en partie et que le diamètre est contracté, il faut élever la température considérablement, mais bien également tout autour de la partie étroite et mince, éviter les moindres secousses, et laisser le verre fondre et s'épaissir. Lorsque cette opération est terminée, et qu'on suppose le verre d'une épaisseur suffisante, il faut l'étirer de nouveau;

s'il devient encore trop mince on recommence l'opération, jusqu'à ce que l'extrémité soit fermée et d'une épaisseur convenable.

1077. Lorsque le tube est trop court pour pouvoir en former deux de longueur suffisante, il faut le sceller à une de ses extrémités, opération d'ailleurs nécessaire dans un grand nombre d'autres circonstances. A cet effet on chauffe avec précaution, et comme nous l'avons indiqué (1047), l'extrémité que l'on veut fermer, en inclinant un peu le tube, afin que l'air chaud ne puisse pas circuler dans l'intérieur et brûler la main qui le tient. Cette disposition a encore pour but d'empêcher que les produits de la combustion n'entrent dans le tube, et n'agissent sur les substances qu'on y aurait déjà placées. Lorsque l'extrémité sur laquelle on opère commence à s'amollir, on rapproche les bords du tube avec un morceau de verre, et après les avoir ainsi rabattus dans trois ou quatre points, on y soude ce morceau de verre lui-même, on le chauffe assez fortement, un peu au-dessus de la jonction, puis on étire les deux parties, en suivant pour le reste de l'opération les instructions que nous avons données (1071, 1073).

1078. Ce qui a déjà été dit sur la manière de souffler le verre doit suffire pour mettre les commençans à même de construire la plupart des appareils dont il a été fait mention dans la section des tubes. Pour faire les *tubes-cornues* (859), il faut d'abord fermer l'extrémité d'un tube, et séparer ensuite, par une courbure plus ou moins ouverte, les parties qui doivent former l'une le corps et l'autre le col de la cornue. Les tubes nécessaires pour la condensation des gaz (892) se font de la même manière. Pour faire un syphon (522), il suffit de courber un tube de verre, et s'il est néces-

saire de diminuer le diamètre des extrémités, la manière d'opérer est la même que celle indiquée dans la première partie du procédé pour fermer un tube (1071); il ne s'agit, en effet, que d'étirer le tube, puis de laisser refroidir le verre, et de couper la pointe avec une lime (1060).

1079. Lorsque l'on tire trop vite, et sans user des précautions que nous avons indiquées, un tube chauffé également dans toute sa circonférence et parvenu à un grand degré de ramollissement, au lieu de diminuer simplement son diamètre sur une petite étendue, on le voit s'allonger et devenir tout-à-fait capillaire. C'est de cette manière que l'on donne la forme capillaire à l'extrémité des cols des cornues en verre, ou autres appareils semblables (430, 532), et que l'on obtient la partie effilée des entonnoirs, des seringues, etc. Cette opération doit toujours se faire hors de la flamme, à moins que l'opérateur ne soit très-exercé. La longueur et la finesse du tube capillaire dépendent de la longueur de verre que l'on a fait chauffer, de la température à laquelle il a été porté, et de la rapidité avec laquelle on l'étire; cette dernière doit être calculée à raison d'un pied par seconde. Cette opération ne change point, pour ainsi dire, le rapport qui existait auparavant entre le diamètre et l'épaisseur du tube.

1080. Si l'on a besoin d'un tube étroit, et trop long pour pouvoir être fait par une seule opération, il faut d'abord en étirer une certaine longueur, puis chauffer de nouveau le tube assez près de la partie déjà étirée pour qu'il n'y ait qu'une légère boursoufflure au point de jonction des deux parties capillaires. Il ne serait pas prudent de chauffer le tube précisément contre l'extrémité de la partie déjà étirée, et d'essayer

ainsi de former un tube sans irrégularité, car la partie capillaire est si mince, qu'elle se fondrait infailliblement. On parvient facilement à faire disparaître ensuite les petites saillies qui existent entre les portions capillaires, en les exposant successivement à la flamme d'une petite lampe à esprit de vin (182); bientôt le verre rougit, et avec un peu d'adresse on les fait aisément se ramollir et disparaître.

1081. En effilant de cette manière des cornues et autres appareils du même genre (430), il faut avoir soin de ne pas les allonger plus qu'il n'est absolument nécessaire, afin de leur laisser une force suffisante pour résister aux légers chocs qui peuvent avoir lieu dans le cours des expériences. La même observation doit s'appliquer aux petits récipiens dont nous avons parlé (863). Si le verre d'un col de cornue ou d'un tube que l'on veut étirer se trouvait trop mince, il serait bon, par la même raison, d'en augmenter l'épaisseur avant de l'allonger (1076); il faut alors ramollir le verre dans la flamme, le laisser exposé pendant un certain temps à une haute température, et le refouler sur lui-même: de cette manière on peut lui donner une épaisseur double, et le tube capillaire qui résultera de son extension linéaire sera par conséquent beaucoup plus fort.

1082. Lorsque l'on destine les tubes capillaires à faire des aéromètres (1254), il est bon d'en faire plusieurs de différens diamètres, d'épaisseurs et de longueurs différentes, afin de pouvoir choisir ensuite ceux qui conviendront le mieux.

1083. Ce même procédé, avec quelques légères modifications, est applicable dans un grand nombre d'autres cas. Pour faire un tube-entonnoir (859),

on étire un tube à environ un pouce de l'extrémité, puis on le divise en deux parties en laissant à la plus courte la longueur que l'on désire pour l'entonnoir. Les tuyaux des diverses seringues dont on se sert pour recueillir des liquides, dessécher les précipités, etc. (518, 532), ainsi que les tubes destinés à servir de mesures (117, 126), se font avec la même facilité. Après avoir étiré un morceau de tube, il est aisé de donner à l'extrémité une forme plus ou moins déliée, et de la couper pour obtenir une ouverture de la dimension nécessaire; il ne s'agit ensuite que de la tenir un instant sur la lampe, afin d'en arrondir les bords et d'en détruire les inégalités (1061), pour avoir un très-bon corps de seringue. Le piston se fait avec un fil de fer ou fil de laiton, dont l'extrémité destinée à entrer dans le corps de la seringue est garnie de filasse; l'on se procure ainsi un instrument complet qui est d'une grande utilité dans beaucoup d'opérations. Si l'on veut une seringue à tuyau courbe, il est on ne peut plus facile de lui donner cette forme lorsque le verre est chaud.

C'est encore de la même manière que l'on fait des tubes pour la séparation des liquides, tel que celui représenté plus haut (532); il ne s'agit que d'étirer un morceau de tube de manière à en former un tube capillaire assez fort, et ensuite de le courber ainsi qu'on le voit dans la figure (532). Les tubes effilés destinés à conduire les gaz dans les tubes récipiens (415, 430), se font en étirant l'extrémité d'un tube ordinaire jusqu'à ce qu'elle soit devenue capillaire, et en la courbant en dessous.

1084. Il est souvent nécessaire de fermer hermétiquement les deux extrémités d'un tube. Le procédé est à peu près le même que pour fermer l'une des

extrémités d'un tube ouvert, c'est-à-dire qu'il faut également amollir le verre, rapprocher les parties l'une de l'autre, resserrer peu à peu l'ouverture, et enfin la fermer; mais il y a ensuite quelques modifications à apporter, suivant les substances que le tube peut renfermer. Dans un tube ouvert le verre est soumis à une même pression intérieurement et extérieurement; mais il en est rarement de même dans un tube fermé, l'air intérieur tendant presque toujours à s'échapper, ou l'air atmosphérique à entrer dans l'intérieur.

1085. Un des cas les plus simples qui puissent se présenter, est de renfermer un corps solide fixe dans un tube, afin de le conserver comme on l'a vu (902). La substance à renfermer ne dégageant aucune vapeur, la seule précaution que l'on ait à prendre est donc d'empêcher la dilatation et la condensation de l'air qui a lieu à l'intérieur, par suite des changemens de température. Supposons que le tube soit fermé à une extrémité, et que l'on y ait introduit une certaine quantité d'une substance quelconque qui le remplisse à moitié ou aux deux tiers, il faudra d'abord avoir soin que la substance n'arrive pas assez près de la partie supérieure pour être affectée par la chaleur, surtout si cette substance est facilement volatile ou décomposable. Il faudra également disposer le tube de manière à ce que les produits de la combustion ne puissent pas entrer dans l'intérieur (1077), et que la substance ne puisse glisser sur la partie exposée à l'action de la chaleur. Aussitôt que la partie supérieure aura été suffisamment chauffée, on l'étirera et on la resserrera comme s'il ne s'agissait que de fermer une des extrémités d'un tube ouvert, excepté pourtant

qu'il faudra conserver au verre toute l'épaisseur qui lui sera nécessaire lorsque l'opération sera terminée (1076), afin que le tube capillaire soit suffisamment épais, tout en conservant dans le milieu une ouverture pour l'air, pendant tout le temps de l'opération. La figure ci-jointe indique la forme qu'il faut alors donner au tube. On pourra ensuite enlever facilement l'extrémité, et fermer le tube en dirigeant la pointe de la flamme en *a*, car le verre se réunira de lui-même aussitôt que les deux morceaux seront séparés. La seule difficulté sera de donner à cette extrémité une force égale à celle des autres parties du tube, et une forme semblable à celle de l'autre extrémité.

1086. Supposons la portion supérieure séparée et l'extrémité fermée; le verre est alors tellement amolli par la chaleur, que pour peu que la température d'une partie quelconque du tube se trouvât augmentée par le contact accidentel de la flamme, l'air de l'intérieur, se dilatant, exercerait une pression qui tuméfierait considérablement le verre, au point d'y former une boule dont les parois excessivement minces se briseraient après le refroidissement, sous la seule pression atmosphérique, et laisseraient au tube une grande ouverture : il deviendrait alors beaucoup plus difficile à fermer qu'auparavant.

On peut éviter cet inconvénient en chauffant la partie supérieure du tube avant de le sceller hermétiquement, de manière à dilater l'air intérieur et à en chasser une portion; replaçant ensuite l'extrémité capillaire du tube dans la flamme, à mesure que la tem-

pérature générale de celui-ci s'abaisse, on le bouchera pendant que la pression s'exercera de dehors en dedans, ce qui refoulera les particules du verre sur elles-mêmes. Cette méthode est, sans contredit, la meilleure pour fermer un tube d'une manière solide, et pour lui donner une forme convenable; mais elle est sujette à un accident que nous devons faire connaître, afin qu'on puisse l'éviter. Si on a laissé le verre trop mince à l'extrémité, et qu'il soit très-amolli par la chaleur, la pression de l'air extérieur le rendra concave et irrégulier dans sa forme et dans son épaisseur, et il arrivera très-fréquemment qu'il se brisera par le refroidissement.

Pour éviter ces divers accidens, il faut donner à l'extrémité et au col capillaire une épaisseur plus considérable, en refoulant le verre sur lui-même lorsqu'il est en fusion (1076, 1081), ou bien ne chauffer que modérément le tube lorsqu'on veut chasser une portion de l'air intérieur. Lorsqu'on voudra ensuite boucher l'extrémité, il faudra chauffer toute cette partie du tube, de façon à la ramollir, en ayant soin toutefois que le bout soit plus échauffé que le reste. Il sera ainsi facile, avec un peu d'habitude, de se servir de la pression extérieure pour fermer hermétiquement le tube, de manière à ce qu'il soit tout à la fois plus épais et plus résistant à cette extrémité. Il peut cependant arriver que par une application trop longtemps soutenue de la chaleur, l'air intérieur vienne à se dilater; mais comme le verre est également malléable dans toutes les parties qui avoisinent l'extrémité, la totalité du tube s'élargira graduellement, et dès que cet effet se manifestera, il suffira, pour l'arrêter, de suspendre sur-le-champ l'action de la chaleur.

1087. Lorsque le contenu du tube est à l'état liquide, il faut apporter beaucoup plus de précaution, surtout si la substance est volatile. Si le tube contient un liquide fixe, il suffira de le retenir dans la partie la plus basse et la plus froide, aussi loin que possible de l'extrémité qui est en contact avec la flamme. Il faut éviter tout mouvement brusque, car le moindre contact du liquide avec la partie chaude briserait le tube. Cette précaution est surtout nécessaire avec les liquides provenant de la condensation des gaz (892). Il faut, pour renfermer des produits de cette espèce, que les tubes soient toujours d'une force considérable, et très-égale dans toute leur étendue. Pendant le refroidissement le tube doit être placé de manière que l'extrémité échauffée se trouve en haut (864).

1088. Si l'on veut renfermer dans un tube des substances volatiles qui, comme l'alcohol, l'éther, le chlorure de soufre, etc., n'entrent en ébullition qu'à 100° ou 150° Fahrenheit (1), de nouvelles précautions deviennent nécessaires, surtout à l'instant où l'on bouche l'extrémité capillaire. L'effet de la chaleur sur les tubes contenant des substances volatiles n'est pas seulement de dilater l'air intérieur, mais encore d'accroître le volume de la matière gazeuse par le mélange des vapeurs qui se dégagent de la substance. La quantité de vapeur formée, et par conséquent l'effort qu'elle fait pour s'échapper, dépendent non-seulement de la température de l'extrémité que l'on bouche, mais encore de la chaleur à laquelle se trouve soumis le liquide lui-même. Cet effet est beaucoup plus lent à se produire que le premier, et il faut prendre garde de les con-

(1) 38 ou 65° centigrade.

fondre. En effet, supposons que la température baisse sensiblement à l'extrémité du tube, on s'attendra peut-être à voir diminuer le volume des gaz ou des vapeurs, et par suite à voir la pression extérieure l'emporter sur la pression intérieure, tandis que dans le même moment la température du contenu peut s'élever par son *contact* avec les autres parties chaudes du verre, et augmenter la quantité de vapeur, ainsi que la tendance de la matière gazeuse à s'échapper; si ces effets n'étaient ni connus ni prévus, ils pourraient faire manquer totalement l'expérience (864). Il faut donc alors, après avoir chauffé la partie supérieure du verre (1086) de manière à dilater un peu les matières gazeuses, appliquer autour de la partie du tube qui contient la substance, et même un peu plus haut si la substance est volatile, un morceau de papier à filtrer humecté, avant d'étirer le col capillaire et de fermer le tube. Il est évident qu'il ne faudra jamais que le papier humide atteigne la partie échauffée. Cette précaution suffira pour empêcher la température de la substance de s'élever davantage, et l'on pourra alors, en toute sûreté, chauffer et épaissir le tube, ainsi que nous l'avons dit plus haut (1086) en parlant des contenus solides.

1089. Pour fermer la petite ouverture qui se trouve à l'extrémité des tubes capillaires, comme on l'a vu (863), il suffit de l'exposer à la flamme d'une lampe ou d'une chandelle : le verre entre bientôt en fusion, et les bords se réunissent. Si l'extrémité est cassée ou l'ouverture un peu trop grande, il faut, à l'aide d'un fragment de verre, étirer la partie amollie, et la sceller suivant la méthode indiquée plus haut. Dès que le tube est fermé, il faut sur-le-champ le retirer de la flamme

pour éviter que le verre ne coule et ne forme un petit bouton, qui casserait aussitôt après le refroidissement, ou peut-être même trois ou quatre jours après l'opération.

1090. Quand les substances que l'on veut enfermer sont tellement volatiles qu'elles entrent en ébullition à la température ordinaire ou à peu près, il faut refroidir le tube avec des mélanges réfrigérans. Le procédé à suivre est le même que celui que nous avons indiqué en parlant de l'acide sulfureux (864). La seule remarque que nous ayons à ajouter est que, si l'on veut y conserver les substances volatiles, le col capillaire devra être épais, et quand il aura été solidement scellé pendant que le tube plongeait dans le mélange réfrigérant, il ne faudra plus y toucher, ni essayer en aucune manière de l'épaissir ou de lui donner une meilleure forme. Avec les tubes capillaires, il vaut mieux se servir d'une lampe à esprit de vin et du chalumeau à bouche, que de la lampe d'émailleur.

1091. Lorsqu'on n'a à boucher qu'une très-petite ouverture capillaire (863), on peut le faire facilement pendant que le tube est soumis à l'action du mélange réfrigérant. S'il s'agit de substances qui ne soient pas extrêmement volatiles, et qu'il ne se dégage qu'un faible courant de vapeur par l'ouverture du vaisseau (tel est le cas pour la plupart des substances tenues à l'état de vapeur dans le gaz de l'huile), la force de cohésion du verre sera suffisante pour le faire se réunir de lui-même et fermer l'orifice, lors même qu'il y aurait une légère pression intérieure. Il s'agira simplement de mettre le tube capillaire en contact avec la flamme, d'y appliquer un autre morceau de verre, d'étirer l'extrémité, et de la fermer à l'instant même. Cette

opération terminée, il faut se hâter de retirer le tube de la flamme, afin que le verre puisse refroidir et se solidifier; sans quoi la chaleur de la lampe ou même celle de la main augmenterait tellement la tension des vapeurs, que la pression intérieure serait suffisante pour dilater le verre amolli.

1092. Pour fermer hermétiquement les tubes dans lesquels on a fait le vide, il faut prendre certaines précautions pour empêcher les effets de la pression de l'air atmosphérique, qui tend à pénétrer dans le tube ou du moins à faire rentrer le verre en dedans. Supposons qu'il s'agisse de renfermer hermétiquement du camphre dans un tube purgé d'air, afin de pouvoir observer de cette manière certains phénomènes de vaporisation et de cristallisation, on choisira d'abord un tube d'une longueur suffisante, on fermera l'une des extrémités, et l'on introduira le camphre; on chauffera le tube à environ un pouce de l'ouverture, de manière à ce que le verre s'épaississe et se ramasse (1076, 1085), et que la partie effilée ait environ un demi-pouce de longueur, un douzième de pouce de diamètre intérieur, et un tiers de pouce de diamètre extérieur. On lutera ensuite sur l'orifice une garniture à robinet, puis on fera communiquer le tube avec une machine pneumatique, et après avoir fait le vide on fermera aussitôt le robinet, et l'on retirera le tube de la machine. On appliquera alors au milieu de la portion effilée la flamme d'une petite lampe à esprit de vin, de manière à chauffer graduellement toute la circonférence du tube; à mesure que le verre s'amollira, il se rapprochera, se soudera par la pression de l'atmosphère, et cette partie du tube sera changée en une espèce de tube plein. Cette opération terminée, il

faudra appliquer la chaleur plus fortement et plus immédiatement au milieu de la partie solidifiée, et aussitôt qu'elle sera ramollie on opèrera la séparation. Il est facile de terminer l'opération sans laisser entrer la moindre portion d'air; si l'on veut une preuve de l'exactitude du procédé, on peut l'obtenir en plongeant dans l'eau la partie fixée au robinet, et la brisant sous ce liquide : si cette portion du tube se remplit entièrement d'eau, ce sera une preuve bien évidente que l'air n'aura pu rentrer dans l'appareil.

1093. Une opération beaucoup plus difficile qu'aucune de celles dont nous ayons parlé jusqu'ici ; et que l'on ne saurait exécuter, même passablement, sans beaucoup de pratique, est celle qui consiste à souffler des boules au milieu ou à l'extrémité des tubes. Pour acquérir l'habitude nécessaire, le meilleur moyen est de s'essayer sur un morceau de tube d'environ neuf ou dix pouces de longueur, d'un dixième de pouce de diamètre intérieur, et un tiers de pouce de diamètre extérieur. L'on commence par faire chauffer sur une longueur d'environ deux tiers de pouce l'extrémité fermée du tube, jusqu'à ce que le verre soit assez ramolli pour se courber de tous côtés par son propre poids; appliquant alors la bouche à l'autre extrémité, l'on souffle (202 et suiv.) de manière à produire la dilatation de la partie ramollie. Cette opération doit se faire rapidement, mais avec la plus grande attention; et aussitôt que l'on aperçoit la dilatation s'opérer, il faut diminuer peu à peu la force de l'insufflation et se tenir prêt à la suspendre tout-à-fait; car sans cela l'on n'obtiendrait qu'une boule volumineuse très-mince et très-irrégulière, qui ne pourrait être d'aucun usage;

ce qui n'est qu'une conséquence inévitable de la nature de l'opération ; en effet, à mesure que la boule s'aggrandit, son épaisseur et sa résistance diminuent, tandis que l'accroissement de la surface intérieure augmente la pression qu'elle a à supporter, et si l'impulsion est trop rapide pour que le verre n'ait pas le temps de se refroidir, il est impossible que la boule n'arrive pas tout à coup à un diamètre considérable. Pour éviter cet inconvénient il faut ne chasser dans le tube que l'air contenu dans la bouche (203), sans avoir recours aux poumons, et diminuer la force de l'impulsion à mesure que le verre se dilate. Il ne faut pas chercher à terminer la boule en une seule opération ; mais dès qu'elle est dilatée à un diamètre intérieur égal à cinq ou six fois l'épaisseur du verre, il faut la chauffer de nouveau, et recommencer comme la première fois.

1094. Il faut toujours souffler le verre hors de la flamme, car il serait impossible de l'y maintenir à une température uniforme ; à mesure qu'il se dilate, il faut le tourner continuellement de manière à ce que les parties les plus minces se trouvent en dessous. On les reconnaît aisément à leur dilatation subite, à leur transparence plus grande, et à la manière particulière dont elles réfléchissent la lumière. En les plaçant en dessous, elles se refroidissent plus rapidement, et par conséquent se dilatent moins. Pour réussir parfaitement il faut opérer avec rapidité, à cause des obstacles qu'apporterait le prompt refroidissement du verre mince. Lorsque la boule est terminée, elle doit être ronde, d'une épaisseur uniforme dans toutes ses parties, sans nœuds ou irrégularités à sa surface, et doit avoir son centre placé précisément sur l'axe du tube.

195. L'opération est la même avec les tubes de

toute dimension : lorsque le diamètre i térieur est très-petit, comme dans les tubes de baromètre, on peut chauffer l'extrémité jusqu'à ce que les parois soient entièrement rapprochées; la masse ainsi formée étant chauffée bien également, il faut souffler dans le tube jusqu'à ce qu'il se forme une petite boule à son extrémité; élevant ensuite considérablement la température du verre, on le souffle de manière à terminer la boule dans une seule opération, en ayant soin de le tourner continuellement comme nous l'avons dit plus haut. Il est évident, d'après ce que l'on a vu (254, 1148), que les tubes portant des boules semblables ne pourront être employés pour faire des thermomètres, à cause de l'humidité qui y aura été chassée par les poumons ; mais ils peuvent servir à un grand nombre d'autres expériences, et en s'exerçant à les fabriquer l'on acquiert une grande facilité dans l'art de souffler le verre.

1096. Lorsque la boule doit être dans le milieu d'un tube (531, 887), la manière d'opérer est, en général, la même que celle que nous venons de décrire. Si l'une des extrémités du tube est fermée, il suffit de chauffer et d'épaissir la partie où l'on veut former la boule, et de souffler ensuite par l'extrémité ouverte. Si le tube au contraire est ouvert par les deux extrémités, l'on en bouche une, soit avec le doigt, soit avec un bouchon de liège, puis l'on procède de la même manière.

1097. Après quelques expériences de ce genre, l'on apprendra bientôt à faire disparaître les boutons qui se seront formés à l'extrémité des tubes fermés (1072), à rendre l'extrémité d'une rondeur parfaite et d'une épaisseur uniforme, à fabriquer les petites ampoules

dont nous avons parlé (85), soit en les soufflant à l'extrémité d'un tube d'un petit diamètre, soit même sans être obligé de les souffler. On prend pour cela un tube d'un diamètre convenable (1070), que l'on retrécit dans une partie de manière à former un étranglement aussi étroit qu'on le désire (1071). Il faudra ensuite diriger la flamme un peu au-dessous de l'étranglement, afin que le verre entre en fusion, puis on l'étire et on le ferme. On obtient ainsi une ampoule d'une capacité proportionnée à la longueur de tube employée; ou bien, faisant chauffer l'ampoule elle-même, on peut la dilater jusqu'à ce qu'elle ait acquis un diamètre beaucoup plus considérable. On la sépare ensuite du tube principal, soit en la coupant avec la lime (1060), soit en l'étirant à la lampe.

1098. Les ampoules dont nous avons parlé (67, 98) se font de la même manière. On prend un morceau de tube, on l'étire, on en sépare ainsi une portion dont on arrondit ensuite l'extrémité. Faisant alors chauffer à la lampe la portion que l'on a séparée, on l'applique aussitôt contre l'extrémité fermée du tube, de manière à ce que les deux tubes adhèrent assez pour ne point se détacher pendant le travail du verre, mais puissent se séparer facilement par un léger choc. Lorsque le tube est ainsi disposé, on le fait chauffer à une petite distance de l'extrémité soudée, mais de manière à ce qu'il y ait une longueur suffisante pour former une ampoule, on l'étire à l'aide du morceau ajouté, et enfin on le ferme hermétiquement ainsi que nous l'avons expliqué (1089). Quand le verre est refroidi, on frappe légèrement contre la table, pour séparer la pièce ajoutée, et l'ampoule se trouve terminée.

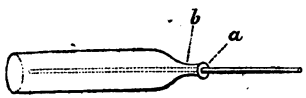
1099. Il est quelquelquefois nécessaire de réunir ensemble plusieurs morceaux de tube, même d'épaisseurs différentes, pour en former un seul dont le calibre soit continu. Il faut que les extrémités en soient parfaitement dressées et d'un diamètre à peu près égal, afin qu'elles puissent s'appliquer l'une contre l'autre aussi exactement que possible. Dans le cas où les diamètres seraient différens, on contracte l'extrémité du tube le plus large jusqu'à ce qu'elle soit réduite au même diamètre que l'autre, puis, après les avoir amollies en même temps à la lampe, on les applique l'une contre l'autre sans quitter la flamme, en pressant légèrement jusqu'à ce que le verre adhère sur tous les points et forme autour du tube une espèce de bourrelet. L'on doit alors étirer le verre pour faire disparaître ce bourrelet, à moins que l'on ne préfère le conserver, puis on achève la soudure et on lui donne la forme convenable, en travaillant le verre sur la flamme. Si pendant l'opération le tube s'affaisse sur lui-même, il faudra le souffler (1096); s'il s'amincit, au contraire, il faudra l'épaissir (1076); enfin, s'il s'épaissit par trop, il faut l'amincir en l'étirant, et rendre ensuite au tube, par l'insufflation, son diamètre primitif. L'on examine avec soin si l'adhérence est parfaite sur tous les points, si le verre ne s'est pas déformé, ou s'il n'existe point d'irrégularité trop grande dans l'épaisseur, car un seul de ces défauts suffirait pour faire casser le tube pendant le refroidissement. Lorsqu'il n'existe que de petites irrégularités dans la forme, et que le verre est refroidi avec précaution, on peut les laisser subsister, pourvu toutefois qu'il y ait adhérence parfaite.

1100. Il est fort important pour le chimiste, dans un grand nombre d'expériences, de savoir sceller her-

métiquement un fil métallique dans le verre. L'endiomètre à détonation (919), les tubes dans lesquels on recueille les gaz (967, 964) lorsque l'on opère la décomposition de certains corps liquides par la pile voltaïque, sont autant d'exemples de l'utilité des explications dans lesquelles nous allons entrer. Le platine est le seul métal que l'on puisse employer avec succès dans cette circonstance, et fort heureusement aussi que, par ses propriétés chimiques, il se trouve le corps le plus propre aux expériences dont nous venons de parler. La supériorité du platine est due principalement à son infusibilité à la température nécessaire pour mettre le verre en fusion, et à la facilité avec laquelle ces deux substances adhèrent ensemble malgré toutes les variations de température. Les autres métaux, tels que le fer, ne peuvent être scellés dans le verre ni avec la même facilité, ni avec la même solidité; en effet, en prenant même toutes les précautions possibles, il arrive presque toujours qu'en refroidissant ils se séparent du verre, par la contraction qu'ils subissent; et si cet inconvénient n'a pas lieu, les parties du verre qui se trouvent dans le voisinage sont dans un état de tension tel, qu'au moindre choc il se brise ou se fend dans différentes directions. Ces accidens arrivent rarement avec le platine, surtout si le verre est épais et a été ramolli au point convenable, et si la soudure a été bien faite.

1101. Supposons que l'on veuille sceller hermétiquement un fil de platine dans l'extrémité d'un tube semblable à celui représenté (965). Après avoir choisi un tube du diamètre et de l'épaisseur convenables, ainsi qu'un fil de platine bien décapé, l'on étire la partie du tube que l'on doit fermer jusqu'à ce qu'elle forme un col capillaire (1076, 1085), en ayant soin de conser-

ver au verre une épaisseur convenable, afin de n'avoir pas besoin de l'épaissir plus tard. Le diamètre intérieur du col ne doit avoir que la largeur nécessaire, pour que l'on y puisse introduire facilement le fil de platine; lorsque le verre est refroidi, on coupe le col avec une lime, de manière à lui donner une longueur qui se trouve dans les proportions indiquées par la figure ci-jointe. Il faut ensuite introduire le fil par l'ouverture, et le placer dans la position qu'il devra avoir lorsque le tube sera terminé, puis mettant d'abord la partie *a* en contact avec la flamme, l'on ménagera la température de manière à chauffer en même temps le platine et le verre, et amollir considérablement ce dernier sans le faire entrer en fusion; il suffit alors d'enfoncer et de retirer alternativement le fil d'une petite quantité pour le faire adhérer au verre avec lequel il était en contact, et pour obtenir une soudure, sinon bien forte, au moins assez solide. L'on chauffera ensuite la partie du tube qui se trouve entre *a* et *b*, pour produire successivement l'adhérence du verre avec le fil de platine. Cette opération doit être faite sans presser ni tordre le verre, et son succès dépend de la manière dont on aura plus ou moins bien préparé l'extrémité du tube pour recevoir le fil de platine. On terminera en portant toute la partie du tube qui entoure le fil de platine à une température assez élevée pour que le verre soit à demi liquide, afin d'éviter toute espèce d'irrégularité ou de contraction, ayant toujours soin que le fil se trouve placé parfaitement dans l'axe du tube.



1102. Pour préparer un tube propre aux décompo-

sitions par la pile voltaïque, il faut prendre un fil de platine d'une longueur suffisante, le ployer en deux par le milieu, de manière à ce qu'il forme deux branches parallèles distantes l'une de l'autre d'environ un huitième ou un douzième de pouce. On fixe les extrémités du fil dans un bouchon, ce qui les maintient dans une position fixe et permet d'opérer comme s'il n'y avait qu'une seule branche. Chauffant la partie du fil qui est destinée à passer dans le tube et à y être fixée, on prend d'une autre part un morceau de verre d'une épaisseur convenable, que l'on amollit dans la flamme et dont on introduit l'extrémité entre les deux fils, de manière à y laisser une certaine portion de verre qui les enveloppe entièrement et les maintienne parallèles sur toute leur longueur. Après cette opération préliminaire l'on prépare l'extrémité du tube comme nous l'avons dit plus haut, en ayant soin cependant de couper le col plus près du tube que dans l'opération précédente, afin que l'ouverture soit assez large pour laisser passer les deux fils, mais non le morceau de verre qui les sépare. On introduit alors les deux fils dans le tube par le côté ployé, et le morceau de verre se trouve arrêté à l'entrée; on chauffe le tout jusqu'à ce qu'il y ait adhérence parfaite et que la soudure soit bien solide; on laisse refroidir avec précaution; on retire ensuite le morceau de liège, et l'on coupe le fil au milieu de la courbure : de cette manière l'on a deux fils isolés, au moyen desquels on peut décomposer à l'aide de la pile voltaïque les dissolutions renfermées dans le tube.

1103. Lorsque l'on veut faire passer et sceller un fil métallique dans la partie latérale d'un tube, il faut amollir à la lampe la partie que le fil doit traverser, appuyer l'extrémité du fil latéralement contre le verre

jusqu'à ce qu'il y soit adhérent, le retirer ensuite dans la même direction, et laisser le tout refroidir. Le tube présentera alors à l'endroit où a été appliqué le fil une saillie conique, dont on brisera le sommet pour ouvrir un passage dans l'intérieur; y introduisant alors le fil métallique, on applique la chaleur au verre, qui entre en fusion autour du fil, on pousse un peu celui-ci en avant jusqu'à ce que la partie du verre qui formait saillie soit retournée à sa position primitive. Avec un peu d'habitude, on réussira sans beaucoup de difficulté à placer le fil métallique dans la position voulue et à faire adhérer le verre sur toute sa circonférence sans causer d'altération sensible dans la forme du tube. Si l'on a à craindre que l'épaisseur ne s'en trouve trop diminuée, en raison de la portion de verre entraînée avec le fil métallique et retranchée pour pratiquer l'ouverture, il est facile de donner à cette partie toute la solidité désirable, en appliquant autour du fil métallique un petit filet de verre (1102), que l'on fait adhérer aux parois du tube lorsqu'il est amolli par la chaleur. Lorsqu'il s'agit de placer dans un tube deux fils métalliques à une certaine distance l'un de l'autre, comme dans les endiomètres, on peut avec un peu d'attention déterminer facilement leur position, en prenant en considération l'étendue des mouvemens qu'il faudra leur faire faire avant qu'ils soient définitivement fixés à leur place.

1104. Le verre vert de bouteille, n'entrant en fusion qu'à une température beaucoup plus élevée que le *flint-glass*, se travaille avec beaucoup moins de facilité. Aussi ne le soumet-on en général qu'aux opérations les plus simples, telles que celles qui n'ont pour

but que de courber, de fermer ou d'étirer un tube. Ces diverses opérations s'exécutent à la lampe d'émailleur, et ne sont pas toujours aussi difficiles qu'on pourrait le craindre, à cause de la force et de l'infusibilité du verre vert, qui permettent d'employer des tubes beaucoup plus minces que ceux de *flint-glass*.

1105. Nous avons déjà parlé d'un grand nombre d'opérations sur le verre où l'on se sert de la lampe à esprit de vin, quelquefois même sans avoir recours au chalumeau. Mais avec le secours de cet instrument, une lampe à esprit de vin peut, au besoin, remplacer la lampe d'émailleur, et il est des circonstances où son emploi présente des avantages. Si l'on n'a à sa disposition qu'un chalumeau à bouche, il faut, pour en tirer tout le parti possible, en placer le tuyau entre les lèvres, et l'y supporter sans le secours des mains, de manière à pouvoir aviver la combustion par le souffle, tout en jouissant de la liberté des deux mains pour travailler le verre. Si l'on trouve quelque difficulté à soutenir le chalumeau avec la bouche, d'une manière assez ferme pour produire un jet de flamme constant et régulier, l'on peut, pour lui donner plus de stabilité, l'appuyer légèrement sur un bloc de bois, un livre, une brique, etc., placés sur la table entre l'opérateur et la lampe. Il sera alors facile de régler la pression de l'air avec la bouche, de manière à obtenir une flamme régulière et fixe.

1106. La forme sous laquelle on a le plus souvent occasion de couper le verre, dans les laboratoires, est celle de tubes et de baguettes; mais il est quelquefois utile de savoir couper les flacons, les cornues et les cloches hors de service, afin de les utiliser. L'on

a recours alors à divers moyens qui ne sont pas tous aussi sûrs que ceux dont on se sert dans les verreries, mais qui offrent au moins cet avantage, que les outils nécessaires sont faciles à se procurer, et que les opérations elles-mêmes n'exigent pas beaucoup d'habitude.

1107. L'on a déjà parlé (1060) de la manière de couper un tube ou une baguette de verre avec la lime; nous ajouterons ici qu'un diamant de vitrier remplit parfaitement le même but, et que l'on peut même au besoin se servir d'une pierre à fusil. Avec les tubes d'un très-gros diamètre, la meilleure manière est de les couper d'abord tout autour avec un diamant, en ayant soin de faire l'opération au-dessus d'une étoffe ployée en plusieurs doubles ou de toute autre substance molle, afin que si les morceaux viennent à tomber en se séparant, ils ne soient pas brisés par le choc.

1108. Toutes les fois que l'on se sert du diamant, il ne faut pas se borner à faire un simple trait, il faut couper; car un simple trait suffit rarement pour faire casser le verre à l'endroit où on l'a tracé, et il arrive même très-souvent qu'il se fend dans une direction différente. Couper, au contraire, c'est diviser le verre, indépendamment du dépolissement de la surface, c'est pénétrer à une certaine profondeur (1); et l'on est alors à peu près sûr de séparer le verre à l'endroit coupé, quand même il y aurait une fente perpendiculaire ou parallèle à la division tracée. En général, un diamant de vitrier ne coupe bien que dans une certaine position; il faut, pour la trouver, s'essayer sur un morceau de verre blanc, et faire une marque sur le manche, pour éviter un nouvel essai à chaque opéra-

(1) Wollaston, Philosop. Transact., 1816, p. 265.

tion. Les diamans à écrire ont leurs usages spéciaux (115, 902), et ne sauraient être employés pour couper. Il ne faut jamais essayer d'écrire sur le verre ni de le rayer avec un bon diamant à vitrer, car il serait bientôt hors de service.

1109. On coupe souvent les vieilles cornues, les flacons, les ballons et les vases en verre, de forme convexe, de manière à en former des capsules et autres vases utiles dans un laboratoire. Cette opération se fait au moyen de cercles de fer forgés, de différens diamètres, d'environ un tiers de pouce d'épaisseur, et portant une tige sur laquelle s'adapte un manche en bois. On les fait rougir également partout, puis on les met en contact immédiat avec la surface convexe de la cornue ou du ballon; le verre se fend bientôt au-dessous de l'anneau, et la partie inférieure se détache. Ces vases circulaires s'emploient quelquefois pour les évaporations, mais seulement dans les expériences de peu d'importance, car ils sont sujets à se fendre sur les bords, et à se briser bientôt tout-à-fait. Les anneaux de fer sont particulièrement utiles par la facilité avec laquelle on peut, par leur moyen, couper en deux un flacon ou tout autre vaisseau dont l'entrée trop étroite ne permet pas d'examiner convenablement les substances contenues dans son intérieur.

1110. On se sert avantageusement, pour faire évaporer de petites portions de liquides, de fragmens de cornues, de capsules, ou de flacons; mais comme en général on ne coupe ces divers vases que lorsqu'ils sont fendus, on a recours à une autre méthode pour diriger avec succès les fentes déjà existantes.

1111. On peut couper aussi au moyen d'une tige de

fer rouge les vaisseaux de verre qui sont devenus inutiles, particulièrement ceux à surface convexe, tels que flacons, ballons, cloches, etc. La tige de fer doit être à peu près de l'épaisseur du petit doigt, et aller en diminuant à partir d'un pouce ou d'un pouce et demi de l'extrémité, qui se termine en pointe émoussée. On marque la ligne que l'on veut suivre par un trait quelconque; elle peut sans inconvénient passer sur des parties d'inégale épaisseur, pourvu que la transition ne soit pas trop brusque. Ainsi l'on pourra facilement lui faire parcourir la circonférence d'une bouteille ou d'un flacon; mais il serait presque impossible de la diriger de façon à couper un flacon en deux parties dans le sens de sa hauteur.

1112. Après avoir chauffé au rouge la tige de fer, on en amène la pointe sur le verre, dans une direction opposée à la fente déjà existante; et posant la pointe immédiatement en avant de cette fente, on soutient la tige de fer de manière à former avec la surface du verre un angle de vingt à trente degrés : la fente gagnera immédiatement la partie du verre avec laquelle le fer rouge est en contact, et en le traînant sur le verre graduellement et lentement, en avant de la fente, la division se prolongera, et pourra être conduite dans presque toutes les directions. Si l'on n'est pas placé trop près d'une autre fente ou des bords du verre, on peut tourner subitement à angle droit, ou décrire une suite de courbes. Lorsque la tige est refroidie, ou même lorsqu'elle est encore chaude, si l'on opère sur du verre très-mince, il est souvent difficile de ramener la fente jusqu'au point d'où elle est partie; mais dans ce cas la petite portion qui n'est pas coupée

cède aisément au moindre effort, et la cassure se continue dans la direction voulue.

1113. La rapidité avec laquelle le verre se sépare dépend du degré de chaleur auquel l'instrument a été porté. Comme il n'est point à désirer que l'opération se fasse trop vite, il faudrait, si la température de la tige de fer était très-élevée, la tenir de manière à former un angle plus ouvert, et ne mettre en contact avec le verre que l'extrémité de la pointe. A mesure que la chaleur diminue, on diminue aussi l'ouverture de l'angle, en rapprochant du verre la partie la plus épaisse de l'instrument, afin de compenser par ce rapprochement l'abaissement de la température. Lorsque l'instrument est presque entièrement refroidi, il est bon, au lieu de se servir de la pointe, de mettre en contact avec le verre le corps même de la tige; mais cela ne peut se faire qu'avec les vases de forme convexe.

1114. Si la direction que l'on veut suivre n'est qu'à une petite distance du bord, il faut opérer beaucoup plus lentement; car la fente a beaucoup plus de tendance à se prolonger vers le bord que dans la direction qu'on veut lui donner, et il faut éviter de s'en rapprocher de plus d'un tiers ou d'un quart de pouce.

1115. Lorsqu'il n'existe point un commencement de fente, il est aisé d'en faire naître une : il faut choisir autant que possible un bord qui soit à un pouce ou un pouce et demi de la ligne que l'on veut suivre, de manière à pouvoir y pratiquer une fente sans craindre qu'elle gagne la partie que l'on veut conserver. S'il se rencontre une échancrure occasionée par une fracture récente, c'est l'endroit qu'il faut choisir comme le plus

commode. On applique la tige chauffée, comme nous l'avons dit, sur le bord écorné, dans une direction presque perpendiculaire au verre, afin que la chaleur ne se fasse sentir qu'à la place même s'il est possible; si, après que l'instrument est resté un moment dans cette position, la fente ne se fait pas spontanément, il faut le retirer, et toucher la partie chauffée avec le doigt mouillé : le verre se fend aussitôt. Il n'est pas à désirer que la fente s'étende beaucoup du premier coup, car une fois commencée, une petite fente est tout aussi aisée à continuer qu'une longue, et est en même temps beaucoup plus facile à diriger. Lorsque le verre est épais, par exemple, comme celui d'un flacon, la chaleur seule le fait fendre; mais s'il est mince, il faudra nécessairement y appliquer le doigt humecté.

1116. Pour commencer la fente dans le milieu d'une surface plane, il faut y apporter beaucoup d'attention si l'on veut éviter que la fracture ne s'étende à une distance considérable et peut-être dans une mauvaise direction. Il faudra alors appliquer la pointe rouge du fer sur un seul point, et, la retirant promptement, la refroidir en mouillant la place comme on l'a vu plus haut : si l'on ne réussit pas du premier coup, il vaut mieux répéter deux ou trois fois l'opération inutilement que de chauffer le verre trop fortement, ce qui pourrait produire une fente trop prolongée. On doit toujours commencer la fente à une certaine distance de la ligne de division projetée, afin d'être moins exposé à voir ces deux lignes se croiser.

1117. Dans toutes les opérations de ce genre, il faut soutenir le vase, afin d'empêcher que l'une des deux parties, par son propre poids, ne fasse fendre

le verre dans une fausse direction, au moment où la division est prête à s'effectuer. Il n'est pas absolument nécessaire que la tige de fer ait la forme que nous avons indiquée; on peut au besoin se servir d'un morceau de fer quelconque. On peut même faire usage d'un charbon allumé, taillé en pointe, sur lequel on souffle pendant l'opération pour activer la combustion.

1118. Les bords du verre ainsi séparé sont beaucoup plus sujets à se fendre, soit par un choc quelconque, soit par l'élévation de la température, que s'ils eussent éprouvé un commencement de fusion, ou eussent été usés à la meule. Il est donc avantageux de les user, ce qui est facile à faire en les frottant sur une pierre plate, avec un peu d'émeri ou de sable fin et de l'eau, ou les faisant entrer en fusion, soit à la lampe d'émailleur, en passant successivement tout le bord dans la flamme, soit sur un feu de charbon de bois. Si malgré ces précautions ils ne sont pas encore bien unis, il sera aisé d'enlever, à l'aide d'une pierre à aiguiser ou d'une lime douce, les aspérités qui pourraient blesser les doigts.

1119. On peut, par le moyen que nous venons d'indiquer, couper des cloches de manière à en séparer les portions endommagées, et se préparer des vases fort utiles, ainsi qu'avec les flacons dont la partie supérieure a été brisée.

1120. Lorsqu'il s'agit d'un vase d'une certaine grandeur, et que l'on attache quelque importance au succès de l'opération, la meilleure manière est de former une incision avec le diamant avant d'appliquer le fer rouge. Le fer ne fait alors que compléter la fente que le diamant avait commencée, et il arrive bien rarement que

la séparation n'ait pas lieu à l'endroit que l'on a ainsi tracé. Néanmoins le chimiste ne doit jamais essayer de faire lui-même des opérations de ce genre qui auraient quelque importance; et tout ce que nous venons de dire à ce sujet a seulement pour but de mettre l'opérateur économe à même d'utiliser des vases qui autrement seraient entièrement perdus pour lui. Dans toutes les autres circonstances il devra avoir recours au fabricant d'instrumens.

1121. On a quelquefois besoin de diviser en plusieurs pièces un morceau de verre; si l'on essaie de le faire au moyen d'un choc quelconque, il arrivera le plus souvent que le verre se brisera en éclats allongés et arrondis à leur extrémité, sans qu'il s'en trouve un seul de la forme et des dimensions que l'on désire. Heureusement il est un moyen à peu près infaillible de diviser à volonté un morceau de verre semblable en deux ou quatre parties, et même plus; il suffit pour cela de diriger convenablement la ligne de séparation. Supposons que l'on veuille partager en deux portions à peu près égales un morceau de verre de quatre pouces de longueur sur deux de large. Prenant une lime triangulaire, on place un des bouts contre sa poitrine, et l'autre contre un corps résistant, par exemple, le bord d'une table, de manière qu'une légère pression suffise pour la maintenir dans une position à peu près horizontale, un des angles tourné en dessus. Saisissant ensuite le verre avec les deux mains, on place un des bords sur l'angle de la lime qui se trouve en dessus, vers la partie la plus rapprochée de la table; on donne au verre une position presque horizontale, puis le retirant du côté opposé, on le relève progressivement sans que le point qui était en contact avec la lime

cesse de la toucher, et de manière à ce que le bord opposé, après avoir décrit presque une demi-circonférence, se trouve placé en face de l'opérateur. On répétera sur l'autre face du verre la même opération qui a eu lieu sur la première. Le verre acquiert alors une tendance à se fendre dans la direction perpendiculaire au côté qui a été passé sur la lime, et il arrive très-souvent qu'avant la fin de l'opération il se fend en deux, en suivant la ligne qui divise l'espace compris entre les deux mains.

On parvient facilement à acquérir la connaissance précise du degré de pression qu'il faut employer, en faisant quelques essais sur de mauvais morceaux de verre.

1122. Lorsqu'on n'a pas d'autre moyen pour donner à une fente la direction voulue, on peut fréquemment y réussir à l'aide de la simple pression de l'ongle, convenablement dirigé.

1123. Il est plusieurs moyens de couper les bords d'un morceau de verre. S'il s'agit d'un fragment de glace, il suffit de passer légèrement une grosse lime sur les bords, dans une direction un peu oblique. Ce n'est pas alors un simple frottement qui use le verre, c'est une séparation opérée par chaque dent de la lime, qui emporte avec elle de petits fragmens de verre d'une largeur égale à l'épaisseur de la glace. Pour enlever l'extrémité d'un tube de verre épais, il faut s'y prendre de la même manière, mais en y apportant un peu plus d'attention, parce que les tubes sont sujets à se fendre dans cette partie, et que la fente s'étend bientôt beaucoup plus loin.

1124. On peut encore abattre les angles d'une glace avec de petites tenailles; mais il ne faut pas chercher

à briser et à enlever en même temps la partie saillante: il faut, après l'avoir placée entre les mâchoires des tenailles, incliner légèrement celles-ci, de manière à ce que l'une des mâchoires exerce une certaine pression sur un des côtés du verre, tandis que l'autre ne sert en quelque sorte que de point d'appui. Bientôt la portion qui a été soumise à la pression cède, et tombe en éclats; il suffit d'un peu de pratique pour acquérir toute la dextérité nécessaire. Ce procédé n'est guère applicable aux tubes; mais on le pratique avec avantage pour donner à un morceau de verre une forme voulue, lorsqu'on ne peut se servir de la lime.

1125. On peut polir le verre sur presque toutes les pierres plates à gros grain, au moyen d'un peu de sable et d'eau, ou, ce qui vaut mieux encore, avec de l'émeri. C'est ce procédé que l'on emploie pour user et dresser les extrémités des tubes (703, 1118). L'opération est d'autant plus aisée que le diamètre des tubes est plus large et que le verre est plus épais. Il faut, pour réussir, que les mouvemens soient bien réguliers, et que le tube que l'on polit soit tenu bien perpendiculairement. On polit de la même manière de grands vases, tels que les cloches à gaz, etc.; mais il vaut mieux avoir recours au fabricant d'instrumens.

1126. Lorsque le bouchon d'un flacon ne bouche pas exactement, il est facile de l'ajuster parfaitement en l'usant dans le goulot même du flacon avec un peu de sable ou d'émeri grossier et de l'eau; il ne s'agit que de l'enfoncer et de le retirer à plusieurs reprises, en le faisant tourner chaque fois, de manière à détruire les inégalités du bouchon et de l'intérieur du goulot.

SECTION XX.

De la propreté du laboratoire et des ustensiles.

1127. Dans un cours suivi d'expériences, il passe successivement entre les mains du chimiste beaucoup de substances différentes; et la plupart de celles dont la présence a occasioné les phénomènes qu'elles étaient destinées à produire ne sont bientôt après qu'autant d'ordures inutiles. Il faut donc les enlever aussitôt de manière, à ce qu'elles ne laissent plus de trace et ne puissent souiller d'autres substances.

1128. Ce sont les changemens rapides dans les propriétés des corps sur lesquels le chimiste opère, qui rendent absolument indispensable la propreté la plus minutieuse. Le succès de nombreuses expériences, surtout de celles qui ont pour objet de reconnaître la présence de certains corps au moyen des réactifs, dépend fréquemment de la propreté des vases dont on se sert. De l'eau que l'on examinera dans un vase malpropre pourra former un précipité avec du nitrate d'argent, ou de l'hydrochlorate de baryte, et faire supposer qu'elle contenait un sulfate ou un hydrochlorate, tandis que la cause de ce précipité ne sera autre que quelques particules de sels qui, par défaut de soin, seront restées adhérentes aux parois du vase.

1129. C'est encore ainsi que souvent les caractères d'un acide ou d'un réactif se trouvent altérés par la malpropreté du vase qui les contient, ou par celle

des baguettes de verre qu'on y aura plongées, des entonnoirs à travers lesquels ils auront été filtrés, ou enfin des vases dont on se sera servi pour les transvaser; souvent il suffit d'avoir posé un bouchon de cristal dans un endroit sale, et de l'avoir remis à sa place sans l'essuyer, pour altérer la pureté de la substance contenue dans le flacon. Ce n'est pas seulement cette malpropreté qui tache ou salit qu'il faut éviter, c'est aussi ce nombre considérable de corps incolores, tels que les sels, les dissolutions, etc., en un mot, tous corps différens de la substance principale elle-même, et pouvant, ou s'y dissoudre, ou s'y mélanger.

1130. Pour éviter tous ces inconvéniens et les résultats fâcheux qu'ils peuvent avoir sur les expériences, on doit établir pour règle générale, dans un laboratoire, de ne jamais remettre en place sans les avoir préalablement nettoyés avec soin, ni vases, ni appareils quelconques, si l'on en excepte pourtant ceux destinés à certains usages particuliers, et à l'égard desquels il importe peu qu'il y adhère ou non un peu de matière étrangère. Il faudra que tous les vases et tous les instrumens soient toujours parfaitement propres et dans le cas de servir aux expériences les plus délicates. Les baguettes ou tubes de verre pleins dont on se sert pour agiter les liquides doivent être serrés dans un endroit propre; il faut placer les verres sur des planches également propres; et déposer sur des plateaux de verre bien nettoyés les bouchons de cristal que l'on enlève des flacons. On pourra en toutes circonstances reconnaître l'utilité et quelquefois même l'importance de ces précautions et des préceptes que nous donnons ici.

1131. Nous recommanderons comme faisant partie

du système général de propreté que l'on doit adopter, de faire blanchir de temps en temps à la chaux le plafond et les murs du laboratoire, réparation qu'il faudra répéter plus ou moins souvent, suivant la nature des expériences que l'on aura faites et l'état des murs. Le principal avantage qui en résultera, sera une augmentation de clarté dans l'appartement, et ensuite une absorption plus prompte des odeurs fétides, des vapeurs, des exhalaisons animales, par la couche de chaux plus fréquemment renouvelée. Les tables, les supports à filtres, doivent être nettoyés une fois par semaine ou une fois par mois, suivant que l'on s'en est plus ou moins servi. Il faut, à certaines périodes, épousseter les planches et les tablettes, et essuyer tous les flacons qui les garnissent. Il faut aussi vider et nettoyer de temps en temps les tiroirs, afin que les bouchons, les tubes de verre et autres objets que l'on y renferme soient toujours propres à l'instant où l'on en aura besoin. L'on devra choisir une place pour déposer les substances devenues inutiles et les vases qu'il faudra nettoyer; l'on peut employer à cet usage un baquet ou un des coins de la table; il ne faudra jamais, sous aucun prétexte, déposer dans cet endroit des substances qui ne devront point être jetées, ou des vases qui n'auront pas besoin d'être nettoyés. Un peu de méthode dans toutes ces dispositions prévient les erreurs, et facilite singulièrement les opérations, par la promptitude avec laquelle on trouve sous sa main, et prêts à servir, les instrumens dont on a besoin.

1132. Quand le vernis ou la peinture de la cuve pneumatique commence à s'user ou à s'écailler, il faut en vider l'eau, et la peindre ou la vernir de nouveau. L'eau que l'on conserve habituellement dans les cuves

doit être changée tous les quinze jours ou toutes les trois semaines, et plus tôt même si elle a été altérée par quelque substance dans le cours des expériences. Si un alkali, un acide, de l'hydrogène sulfuré, ou toute autre substance étrangère au gaz qui se trouve sur la cuve, et capable d'exercer sur lui une action chimique, s'introduit dans l'eau de la cuve, il faut la changer sur-le-champ. Les trépieds de fer (694) qui suppléent dans la cuve à l'absence des tablettes doivent être couverts d'un vernis qu'il faut renouveler toutes les fois que l'on y apercevra de la rouille, ou même qu'ils communiqueront à l'eau une teinte jaunâtre. Une couche ou deux du vernis le plus commun, connu sous le nom de *noir de Brunswick*, seront plus que suffisantes pour empêcher le contact de l'eau avec le métal, et par conséquent son oxidation. On peut encore couvrir le fer d'un vernis plus adhérent, en l'enduisant d'une couche d'huile de lin après l'avoir fait rougir. La chaleur décompose l'huile, et laisse le fer couvert d'un beau vernis noir qui adhère parfaitement, et préserve parfaitement le métal du contact de l'eau.

1133. Nous avons déjà parlé rapidement de l'évier et de son importance (10); c'est une partie indispensable d'un laboratoire dans lequel on fait beaucoup d'expériences. Il doit toujours y avoir dessus un seau ou un baquet constamment rempli d'eau, qui servira pour faire tremper les vases, et pour les rincer. Dans le mur, au-dessus de l'évier, il faut enfoncer quelques clous, auxquels on suspendra les fils métalliques destinés à nettoyer les fioles. Il sera bon d'en avoir sept ou huit en cuivre, d'environ un huitième de pouce d'épaisseur, et de douze à dix-huit pouces de longueur,

recourbés en forme d'anneau à l'extrémité supérieure; et entourés d'un peu de filasse à l'autre extrémité, que l'on a eu soin de rendre assez rugueuse pour retenir la filasse en y pratiquant des entailles au moyen d'une lime ou d'un couteau. Quelques-uns de ces fils seront droits, d'autres seront recourbés à leur extrémité, de manière à atteindre les endroits où les fils droits ne pourront parvenir, et à pouvoir nettoyer la partie des ballons et des cornues qui se trouve immédiatement au-dessous du col.

1134. Il faut en avoir un autre assortiment, d'une épaisseur moins considérable, pour nettoyer les angles, les petites cavités, et en général les petits vases pour lesquels les premiers ne pourraient servir. Ceux-ci doivent de préférence être en fer, parce qu'à diamètre égal ils ont beaucoup plus de force que ceux de cuivre. Parmi ces fils métalliques, les uns doivent être consacrés aux opérations qui nécessitent l'emploi de l'eau, d'autres doivent être réservés pour nettoyer à sec, enfin quelques-uns, non garnis de filasse, ne doivent servir que comme pointes, pour détacher les matières dures adhérentes aux parois des vases.

1135. On devra de plus se procurer une où deux baguettes entourées de linge pour essuyer et sécher l'intérieur des vases profonds, dans les endroits ou la main ne peut atteindre. L'on choisit pour ces baguettes un bois dur et léger, mais assez fort pour résister à une pression considérable sans cependant pouvoir briser le verre. On leur donne environ deux pieds de longueur, et on les équarrit ou aplatit à l'une des extrémités, pour que le linge que l'on met autour ne puisse glisser. Il est bon aussi d'amincir l'autre extré-

mité en bec de flûte, afin de pouvoir s'en servir pour frotter le fond des flacons et d'autres vaisseaux semblables.

1136. Les torchons, les serviettes, et la filasse nécessaires, seront placés près de l'évier; l'on aura une place pour ces différens objets quand ils seront propres, et on leur en assignera une autre quand ils seront sales.

Manière de nettoyer les différens vases. — Verres.

1137. Comme les verres sont le plus souvent salis par des précipités ou des dissolutions, la meilleure manière est de les laver immédiatement après avoir vidé le contenu, afin que les parties encore adhérentes n'aient pas le temps de sécher et de se durcir. En les rinçant de suite, toutes les ordures cèdent généralement à un lavage ou deux, et si quelque partie de la substance adhère encore un peu, il est facile de la détacher avec le fil métallique garni de filasse. Si l'on rencontre quelque résistance, il faudra employer en outre un peu de cendre, et l'obstacle disparaîtra bientôt. L'on ne doit jamais, dans ce cas, se servir de sable: il coupe et raie le cristal, ce qui non-seulement diminue sa transparence, mais encore rend le vase incapable de servir pour certaines expériences. Lorsque le vase a été parfaitement nettoyé par l'un des procédés dont nous venons de parler, il faut en outre le passer plusieurs fois dans de l'eau claire, puis le mettre pendant douze heures à égoutter, l'ouverture tournée en bas, soit sur la table, soit, ce qui vaut mieux encore, sur un égouttoir, après quoi il ne reste plus qu'à l'essuyer. L'intérieur du vase exige surtout un soin particulier.

1138. On ne doit point laver avec de l'eau les vases de verre qui ont contenu des substances grasses; il faut commencer par les bien essuyer avec de l'étoupe, afin d'enlever la matière grasse autant que possible, et les frotter ensuite avec un linge sec, jusqu'à ce que la surface du verre paraisse bien nette. Il faut ensuite les laver avec une dissolution saturée d'alkali, que l'on applique sur la surface du verre au moyen d'un fil garni d'étoupe. Cette lessive dissout la petite couche de graisse qui n'avait pu être enlevée d'abord; il ne reste plus qu'à laver, rincer et sécher le verre, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

1139. Lorsqu'un vase a été sali avec de la résine, de la térébenthine, des vernis résineux ou toute autre substance analogue, il faut le laver d'abord avec une forte lessive de potasse, et frotter avec un fil de fer entouré d'étoupe les endroits où la résine aura adhéré, jusqu'à ce que l'alkali l'ait détachée ou rendue soluble dans l'eau. On rincera ensuite comme on l'a dit plus haut. L'on peut, au lieu d'alkali, se servir d'un peu d'acide sulfurique concentré, et il est même des cas où l'emploi de l'acide est préférable. Après l'avoir versé dans le vase, il faut l'agiter dans différentes directions, de manière à ce qu'il vienne en contact avec toutes les parties de la surface souillée : il devient alors très-noir, et après quelques minutes la résine se détache; puis on lave le verre à la manière ordinaire.

1140. Lorsque de la poix ou du goudron adhèrent au verre, on peut commencer par les gratter en partie, et se servir ensuite d'un peu d'acide sulfurique pour détacher et séparer le reste, ou même employer un peu d'huile; lorsqu'on en frotte les parties souillées, le goudron s'amollit et se mêle avec l'huile; il est alors

aisé d'essuyer le tout avec de l'étoupe, puis de nettoyer comme nous l'avons recommandé pour les substances grasses (1138).

1141. Les tubes se nettoient en général de la même manière que les verres. Avec un fil de fer garni d'étoupes, on déplace facilement les corps adhérens à l'intérieur. Il faut les rincer à deux ou trois eaux, en ayant soin chaque fois de remplir le tube à demi, et de le secouer fortement en le bouchant avec le doigt. On peut ensuite les renverser et les laisser égoutter. Quelques heures après, on les essuie intérieurement avec un morceau d'étoffe fixée au bout d'un bâton, ou, ce qui vaut mieux peut-être, on les laisse exposés à l'air jusqu'à ce que l'intérieur soit séché par l'évaporation de l'eau, après quoi on les essuie soigneusement pour ôter la poussière qui pourrait s'y être introduite. L'étoupe ne convient pas pour déplacer l'eau adhérente à la surface du verre, et pour les tubes surtout; il vaut mieux employer une bande d'étoffe de deux ou trois pouces de largeur. Après en avoir introduit une certaine longueur dans le tube, on la pousse avec un fil métallique ou un bâton, de manière à ce qu'elle y forme une espèce de tampon qui entraîne avec lui toute l'humidité, et avec un peu de soin on parvient facilement à essuyer, nettoyer et sécher complètement l'intérieur.

1142. Quand les tubes longs et ouverts aux deux bouts sont salis par de la poussière, il est aisé de les nettoyer en y introduisant une pelotte lâche d'étoffe ou d'étoupe que l'on pousse d'un bout à l'autre avec un long bâton; on peut encore se servir d'une ficelle, à l'extrémité de laquelle on suspend, au moyen d'un nœud coulant, un petit tampon d'étoupe que l'on pro-

mène ainsi dans l'intérieur du tube. Ce dernier moyen s'emploie avec avantage pour nettoyer les tubes courbes; on y fait passer facilement la ficelle en attachant à l'autre bout un fil métallique qui l'entraîne par son poids. L'on commence par introduire très-peu d'étoupe d'abord, afin que le tampon franchisse facilement l'angle que forme le tube, et on en ajoute ensuite s'il est nécessaire.

1143. Les cloches à gaz se nettoient comme les verres (1137). Quant à celles de dimensions trop petites pour qu'on puisse y passer la main, il faut avoir recours aux moyens indiqués pour les tubes (1142). Dans ce cas, on doit en général faire entrer beaucoup d'étoffe dans le vase avant d'y introduire le bâton, de manière à ce que la masse, poussée à l'extrémité, soit assez considérable pour porter uniformément sur une grande surface de verre.

1144. Les capsules à évaporation se lavent avec facilité. Il est bon de les mettre à tremper sur l'évier (1133), pour amollir et entraîner la plupart des substances qui peuvent y adhérer. La graisse, la résine et autres corps de cette nature peuvent être emportés avec de l'étoupe, des cendres humides, ou du sable fin; sinon il faut employer un peu d'acide nitrique (1139). Quand elles sont bien appropriées, on les rince, puis on les renverse, l'ouverture en dessous, pour les faire égoutter; enfin on les essuie.

1145. Les flacons ne sont pas aussi faciles à nettoyer que les différens vases dont nous avons déjà parlé, parce que leur intérieur est d'un accès plus difficile; mais, à l'aide de fils métalliques recourbés, l'on parvient cependant à enlever tous les corps adhérens (1143). Les flacons de Florence, servant dans le

commerce à renfermer de l'huile, sont ordinairement imprégnés de ce liquide. On les nettoie promptement en y introduisant un peu d'acide nitrique concentré, et les chauffant à la lampe ou au bain de sable; après quoi on les rince soigneusement avec de l'eau. On peut aussi se servir d'acide sulfurique concentré, sans avoir recours à l'application de la chaleur. L'un et l'autre de ces acides sont préférables aux dissolutions alkalines. S'il arrive qu'une matière métallique adhère à l'intérieur, il suffira presque toujours, pour la détacher, de chauffer dans le flacon un peu d'acide nitro-muriatique. Lorsque l'impureté n'est pas adhérente ou peut être détachée avec de l'eau seule, il suffit de rincer les flacons, puis les renverser sur un égouttoir (500), de les laisse égoutter pendant une demi-heure, de les rincer de nouveau avec de l'eau distillée, et de les remettre à égoutter.

1146. Quand le corps étranger adhère mécaniquement aux flacons, ballons et autres vases de même genre, et est insoluble dans l'eau, l'on peut quelquefois le détacher et l'enlever à l'aide de morceaux de gros papier gris d'à peu près un pouce carré, qu'on introduit et qu'on agite dans les flacons avec assez d'eau pour les remplir à moitié. Le papier déplace ou divise la substance qui aurait résisté à l'action de l'eau seule, et par ce moyen l'on peut faire sortir la majeure partie des dépôts ou sédimens. L'addition d'un peu de cendres de bois facilite aussi l'opération.

1147. Il est des flacons dont il faut sécher l'intérieur, et d'autres pour lesquels ce soin est inutile. Lorsqu'il faut les sécher, on peut les poser sur la planche à cornues (11), ou sur l'égouttoir ou sur le porte-filtre, l'ouverture renversée, jusqu'à ce que l'eau

en soit évaporée ; mais comme cette opération est fort longue, on a souvent recours à une méthode plus expéditive. Elle consiste à chauffer les flacons pour convertir en vapeur l'eau qui est dans l'intérieur ; et alors, y introduisant le bout d'un tube de verre dont l'autre extrémité est appuyée contre le tuyau d'un soufflet, on fait agir le soufflet pour chasser l'air humide du flacon, et le remplacer par de l'air sec. Si une seule chauffe ne suffit pas pour convertir toute l'eau en vapeur, il faut chauffer une seconde fois ; mais si les flacons sont épais et conservent leur température pendant quelques minutes, on pourra se borner à y souffler de l'air pour faire évaporer et déplacer l'eau qui reste dans l'intérieur.

1148. On peut encore introduire l'air avec la bouche, en appliquant les lèvres à l'extrémité extérieure du tube ; car l'air des poumons, quoique un peu humide, est beaucoup plus sec que celui contenu dans le flacon. Il est d'ailleurs toujours facile de l'enlever lui-même et de le remplacer avec de l'air atmosphérique, en substituant l'aspiration à l'insufflation, comme on l'a vu plus haut.

1149. On doit avoir toujours sur le porte-filtre sept à huit flacons de Florence prêts à servir ; quant aux autres, il faut les mettre de côté après avoir eu le soin d'en couvrir le goulot avec du papier, afin d'empêcher la poussière de s'introduire dans l'intérieur. Il suffit pour cela de rouler une bande de papier autour du goulot, puis d'en recourber la partie supérieure de manière à la faire rentrer dans l'intérieur du flacon, et à empêcher en même temps le papier de se dérouler.

1150. D'après ce que nous avons dit à l'égard des flacons, on n'éprouvera aucune difficulté pour net-

toyer les cornues; mais il faudra un peu plus de précaution lorsqu'il s'agira de cornues tubulées, parce qu'elles sont plus exposées à se fendre à l'endroit de la soudure de la tubulure. Après les avoir rincées, il faut les placer de manière que toute l'eau puisse s'égoutter; et si on les chauffe pour les sécher, il faut veiller à ce que la tubulure ne soit pas exposée à des transitions brusques de température, et, pour cela, il faut éviter que l'eau venant d'une partie froide ne tombe sur la partie échauffée.

1151. Les flacons ordinaires des laboratoires exigent peut-être encore plus de soin et de propreté, à cause de la multiplicité des usages auxquels on les fait successivement servir, et du grand nombre d'accidens auxquels ils sont exposés. L'un des plus ordinaires est celui qui résulte de la fixité du bouchon de cristal, que l'on ne peut quelquefois enlever sans employer une force considérable, qui malheureusement les fait souvent casser avant que l'on soit parvenu à son but. Un des moyens les plus simples, lorsqu'on n'a pu réussir avec le seul secours des mains, est de frapper alternativement de petits coups de chaque côté de la tête du bouchon, avec un morceau de bois tel que le manche d'un ciseau, en retenant légèrement le flacon. L'on connaît que l'on a réussi à déplacer le bouchon, par le son différent que produit le coup. En effet, tant que l'adhérence continue, le son est le même que si le bouchon et le flacon ne formaient qu'une seule pièce; et dès qu'elle cesse seulement sur un point, il devient plus grave et plus sourd, et quelques légers coups suffisent ensuite pour compléter l'opération et faire céder le bouchon à l'action de la main. La force des coups

doit dépendre naturellement de l'épaisseur du bouchon. Lorsqu'il ne cède pas après un certain nombre de coups, il faut recourir à d'autres moyens.

1152. Une autre méthode consiste à introduire la tête du bouchon dans une fente, et à chercher à le tourner dans cette position; si le col du bouchon vient à se casser, la main se trouve à l'abri de tout danger, au moyen de la précaution que l'on prend d'entourer le flacon de plusieurs doubles de linge. Si, après quelques essais où l'on a déployé toute la force que l'on a cru pouvoir exercer sans danger, le bouchon ne cède pas, il faut s'arrêter. Dans une planche fixée contre le mur dans un endroit convenable du laboratoire, on pratique une fente verticale d'environ un pied de longueur, d'un pouce de largeur à la partie supérieure placée à la hauteur de la poitrine, et allant en diminuant vers le bas, qui n'a plus qu'nn tiers de pouce d'ouverture. De cette manière on peut y introduire des bouchons de grandeur différente, et les y assujettir pendant qu'on tournera le flacon.

1153. Il est encore un autre moyen qui réussit quelquefois; c'est d'exposer le col du flacon à la flamme (176) d'une chandelle ou d'une petite lampe à esprit de vin, en tenant le flacon dans une position horizontale. Dès que la partie du goulot qui entoure le corps du bouchon est un peu échauffée, il faut frapper légèrement sur la tête du bouchon avec un morceau de bois, comme ci-dessus (1151). La chaleur dilate le col du flacon, et permet au bouchon de céder à un effort qui auparavant aurait été insuffisant. Dès que le bouchon remue il faut l'ôter, et ne pas le remettre avant que le verre ne soit refroidi. L'applica-

tion de la chaleur doit être de courte durée, et l'opération, pour réussir, veut être faite promptement ; car, il est évident que l'effet produit dépend de la différence de température qui existe alors entre le bouchon et le col du flacon. Si la substance que renferme le flacon est liquide, il faut le tenir dans une position inclinée, afin que la chaleur n'exerce aucune influence sur le contenu ; s'il s'agit de substances volatiles, il ne faut essayer de ce moyen qu'avec beaucoup de précaution, de peur que la vapeur produite à l'intérieur ne fasse éclater le flacon. Dans tous les cas, ce procédé n'est avantageux qu'autant qu'il réussit sur-le-champ, et l'on court toujours quelque risque de fendre le col du flacon.

1154. Il est souvent utile de verser un peu d'huile d'olive autour du bouchon, de manière à ce qu'elle puisse pénétrer entre ce dernier et le goulot du flacon : on le laisse dans cet état pendant un jour ou deux. L'application de la chaleur facilite singulièrement le passage de l'huile ; et alors de légers coups suffisent souvent pour détacher les bouchons les plus adhérens. Quand un bouchon est retenu par la cristallisation d'une dissolution, on le détache au moyen de l'eau, qui, dans ce cas, est préférable à l'huile, parce qu'elle dissout la substance qui occasione l'adhérence. Lorsque ce ciment est un oxide métallique ou un sous-sel, un peu d'acide muriatique vaut encore mieux si l'on n'a rien à craindre de son action sur la substance que contient le flacon.

1155. Lorsqu'on ne peut réussir par aucun des moyens précédens, on peut avoir recours au suivant, qui convient particulièrement dans le cas où les bouchons sont retenus par la pression atmosphérique en

raison d'une absorption intérieure. On prend une certaine longueur de forte ficelle, on la double, et l'on y fait un nœud de manière à former une boucle de de quatre pouces de longueur. Appliquant ensuite le nœud contre l'étranglement du bouchon, on passe autour les deux bouts de la ficelle, qui se croisent ainsi de l'autre côté, et que l'on noue fortement afin de bien les assurer sur le bouchon. Réunissant alors ces deux extrémités, on les arrête par un nœud, et l'on forme de ce côté du bouchon une boucle égale en longueur à la première. L'on passe les deux boucles sur une barre fixée solidement dans une position horizontale, si cela est possible, on les écarte à une distance d'environ deux pouces et demi à trois pouces, afin que l'effort que l'on fera en tirant le bouchon à droite ou à gauche soit supporté à peu près également par les deux côtés. Entourant le flacon d'un linge, on le saisit par le col, et l'on tire sans secousse, en frappant en même temps légèrement sur la tête du bouchon avec un morceau de bois, comme on l'a vu plus haut (1151), jusqu'à ce que le bouchon se détache ou que l'on ait à craindre de briser le vase en tirant plus fort. En général le bouchon cède bien avant que cet inconvénient soit à craindre. Il faut avoir soin de placer un linge ou autre corps mou pour empêcher que le bouchon ne se brise en heurtant contre quelque corps dur.

1156. Les bouchons adhérens dans le col des cloches à gaz sont en général faciles à détacher, en les frappant par dessous avec le bout d'un bâton un peu lourd, mais dont le bois ne soit pas assez dur pour endommager le verre. On se sert ordinairement du bout d'un manche de marteau, le poids de la tête du marteau ajoutant à l'effet du coup et le rendant plus sûr.

1157. Si le bouchon ne cède à aucun des moyens que nous venons d'indiquer, ce qu'il y a de mieux à faire est de l'enlever par morceaux. Les gros bouchons de cristal sont souvent creux à l'intérieur, ce qui les rend beaucoup plus légers; dans ce cas, après en avoir enlevé la tête, il est assez facile d'introduire une lime pointue dans le corps du bouchon, et de le diviser en plusieurs morceaux sans endommager le flacon. Mais lorsque les bouchons sont pleins, c'est qu'on les a faits qu'on peut les enlever; cette opération est du ressort du tailleur de cristaux, mais la valeur du flacon compense rarement la dépense et les risques que l'on court.

1158. Tout ce que nous avons dit jusqu'ici sur la manière de nettoyer le verre s'applique aux flacons ordinaires. Les bouchons doivent être nettoyés en même temps, et lorsque l'on emploie un acide ou un alkali pour nettoyer un vase, il faut aussi en laisser couler quelques gouttes autour du bouchon, et le tourner ensuite dans le goulot afin d'en détacher plus facilement les corps étrangers.

1159 et 1160. Lorsqu'on nettoye des objets de cuivre en les frottant avec du papier sablé, il s'élève dans l'atmosphère une poussière métallique très-fine, fort dangereuse à respirer; pour éviter cet inconvénient, il suffit d'employer un peu d'eau avec le papier sablé, ce qui d'ailleurs facilite l'opération. On peut encore nettoyer le cuivre en feuille, en le chauffant au rouge pendant cinq minutes, avec le contact de l'air, de manière à ce qu'il s'y forme une couche d'oxide; puis le plongeant dans l'eau, l'oxide s'écaille, et s'enlève facilement en courbant la feuille de cuivre en différens sens, et laisse à découvert une surface métallique parfaitement nette.

1161. La meilleure manière de nettoyer les creusets

de platine est peut-être de les faire rougir à un feu de charbon de bois, après les avoir couverts d'une couche de borax fondu pulvérisé, et réduit en pâte au moyen de l'eau. Le borax, en se fondant sur la surface du platine, dissout presque toutes les impuretés terreuses ou métalliques; et après l'avoir chauffé au rouge pendant un quart d'heure, il suffit de le plonger dans l'eau et de l'y laisser quelque temps; le borax se dissout entraînant avec lui tous les autres corps étrangers. Il faut cependant pour cela que le creuset n'ait été employé qu'aux usages ordinaires, et qu'il ne soit souillé que par l'adhérence d'un peu d'oxide de fer ou de toute autre substance semblable, car si un corps métallique se trouvait en contact avec le platine, l'application de la chaleur, loin d'être avantageuse, rendrait l'alliage plus intime. Dans ce cas, si le métal étranger n'adhère que légèrement, on pourra le dissoudre avec un peu d'acide nitrique, à l'aide de la chaleur; mais si l'alliage formé s'étend à une certaine profondeur dans l'épaisseur du creuset, il n'y a aucun remède, et l'on ne pourra plus se servir du creuset que pour les opérations pour lesquelles cet alliage ne présente aucun inconvénient.

1162. Les mortiers de porcelaine et autres doivent être tenus en bon état et parfaitement propres. Dans les pulvérisations à sec, les petites irrégularités de la surface intérieure se remplissent souvent de la substance pulvérisée, au point qu'après les avoir soigneusement lavées il en reste encore de petites portions. Cet effet se remarque facilement avec les corps colorés, tels que l'oxide de fer, le bleu de Prusse, les substances végétales, etc. Il suffit alors de triturer un peu de sable grossier dans le mortier avec un peu d'eau, et dans cer-

tains cas avec un peu d'acide sulfurique ou nitrique, ou une dissolution alcaline, puis d'y passer un peu d'eau, pour rincer en même temps le mortier et le pilon.

1163. Il est un autre appareil dont nous n'avons pas encore fait mention dans ce chapitre, et à la propreté duquel il faut veiller continuellement, c'est la cuve à mercure. Il faut la couvrir avec soin dès que l'on cesse de s'en servir, afin que la poussière et aucune saleté ne puissent y pénétrer. Si on les laisse s'y introduire, non-seulement elles se réuniront sur la surface du métal, mais il arrivera bientôt que, par les mouvemens du mercure, elles se logeront entre le mercure et la cuve, même jusqu'au fond du bain. C'est pourquoi, lorsqu'une cuve est restée exposée à la malpropreté et à la poussière, il ne suffit point d'en nettoyer la surface avec une carte, mais il faut vider la cuve, en essuyer et en nettoyer soigneusement toutes les parties, et ne remettre ensuite le métal qu'après l'avoir aussi parfaitement nettoyé et purifié.

1164. Pour purifier le mercure, il faut en séparer d'abord les impuretés simplement mélangées, ensuite celles qui lui sont chimiquement combinées. Les procédés doivent donc varier suivant la nature des substances qui le souillent.

1165. Il est différentes manières de séparer la poussière, les pellicules minces d'oxide, et autres impuretés qui s'attachent au mercure. Une des plus ordinaires est de plier un morceau de papier en cône presque fermé à son sommet, et d'y faire passer le mercure comme à travers un entonnoir. Il est aisé, en écartant le papier, de rétrécir l'ouverture inférieure, et de l'élargir en le resserrant par le haut; l'on peut même, si l'on veut, la boucher en partie avec le doigt. A mesure que

le mercure s'écoule, on le reçoit dans un verre ou tout autre vaisseau convenable, et l'on retient dans le cône les dernières portions, qui contiennent beaucoup de poussière et autres impuretés. L'on réunit ces dernières portions pour les purifier lorsqu'il y en a une certaine quantité. Cette manière de nettoyer le mercure est la plus convenable toutes les fois qu'il ne s'agit que de séparer des substances qui s'y trouvent simplement mélangées.

1166. M. Millington conseille de nettoyer le mercure en le filtrant, à l'aide de la pression atmosphérique, à travers un morceau de bois de noisetier. D'autres l'expriment dans une peau de chamois. Mais quel que soit celui de ces procédés que l'on emploie, le mercure conserve encore une pellicule adhérente à sa surface, surtout lorsqu'il contient quelque corps en dissolution. On sépare facilement cette pellicule et cette malpropreté extérieure en mettant du sucre en poudre dans une bouteille contenant le mercure qu'on veut nettoyer, et en agitant fortement le tout. Le sucre doit être un peu humide; on l'humecte facilement en introduisant l'air des poumons dans la bouteille. L'agitation le fait alors adhérer aux corps étrangers qui se trouvent dans le mercure, et lorsqu'on transvase celui-ci, en le faisant passer par un entonnoir de papier, il en sort beaucoup plus propre qu'il n'était auparavant.

1167. Les corps étrangers combinés au mercure sont ordinairement le plomb, l'étain, le zinc, l'arsenic, etc.; ils exercent une influence chimique lorsqu'on emploie le mercure pour certaines combinaisons; ils agissent aussi mécaniquement, par la rapidité avec laquelle ils s'oxident et produisent des pellicules à sa surface, lorsqu'on se sert du mercure pour certaines expé-

riences électro-magnétiques, de même que dans la construction des thermomètres et des baromètres. Le mercure qui est chimiquement impur se couvre bientôt de pellicules qui adhèrent à sa surface, lors même qu'on l'a dépouillé de ses impuretés mécaniques, et cela avec une rapidité très-grande qui dépend de l'agitation du métal ou de l'étendue de sa surface.

1168. La première manière de purifier le mercure des métaux étrangers est la distillation. L'opération peut se faire dans une cornue de fer, dans laquelle on introduit avec le mercure une certaine quantité de limaille de fer ou de cuivre; le mercure est ensuite condensé et recueilli dans de l'eau propre. Quoi que ce procédé soit bon en général, il n'est point cependant à l'abri de toute erreur, car le zinc et l'arsenic se vaporiseront avec le mercure, et l'on sait que ces métaux servent souvent aux expériences qui se font sur la cuve à mercure, et peuvent par conséquent se trouver combinés avec lui.

1169. Une excellente méthode pour nettoyer des quantités considérables de mercure, est de le verser dans une grande terrine de terre, jusqu'à la hauteur d'un demi-pouce à un pouce du bord, et d'y ajouter une certaine quantité d'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau. Cette opération se fait fort bien dans la cuve pneumatique dont nous avons parlé (693); l'on obtient ainsi une grande surface de contact qui se trouve soumise à la dépuration. On laisse le tout en cet état pendant une semaine ou deux, à la température ordinaire, en ayant soin de remuer fréquemment. Ce temps expiré, on sépare le métal de l'acide; ce dernier est mis en réserve pour servir plus tard à une opération semblable: quant

au mercure, il est lavé, séché, et nettoyé mécaniquement de la manière que nous avons indiquée ci-dessus. L'acide sulfurique agit plus promptement lorsqu'on y ajoute un peu de sulfate de mercure. L'on peut alors employer le résidu d'une opération, de la préparation de l'acide sulfureux par l'acide sulfurique et le mercure. Ce sel se prépare fréquemment dans les laboratoires (415). On met ensemble dans la terrine le mercure, l'acide sulfurique et le sulfate de mercure, alors l'on opère avec autant de succès que d'économie.

1170. Une dissolution de nitrate acide de mercure, versée sur du mercure de la manière que nous venons de décrire, le nettoiera également des autres métaux étrangers. Il n'est pas nécessaire que la dissolution soit saturée ou en grande quantité; lorsqu'on agit à la température ordinaire l'opération se trouve complétée dans une semaine ou deux. Il ne faut pas réunir la dissolution dont on s'est servi, à d'autres dissolutions mercurielles, car les impuretés dont elle s'est chargée en échange de la portion de mercure qu'elle a abandonnée la rendent, pour ainsi dire, incapable d'être employée à d'autres usages qu'à celui pour lequel elle a déjà servi.

1171. Ces moyens chimiques de nettoyer le mercure de la cuve ont pour but de détruire la disposition qui existe dans le mercure impur à former des pellicules à sa surface. Ces pellicules sont produites par l'oxidation d'une très-petite portion de métal étranger; elles ne sont pas composées seulement d'oxide, mais d'une portion de mercure qui y adhère, et qui, étant enveloppée par la pellicule d'oxide, ne peut s'unir au métal liquide qu'elle recouvre, et nuit autant que si c'était une substance absolument étrangère. Toutes les

fois qu'on écarte ou qu'on enlève une partie de cette pellicule, la portion voisine s'étend rapidement sur le métal que l'on vient de découvrir, exactement comme une goutte d'huile s'étend sur la surface de l'eau. Cet effet est facile à observer en promenant une carte sur la surface de toute espèce de mercure; et en la dirigeant tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, la pellicule se rassemblera d'un côté de la carte, et la surface nouvelle de l'autre côté sera couverte à l'instant par l'extension de la pellicule qui recouvre les parties voisines. Si l'on répète l'opération, la surface renouvelée se recouvrira toujours de la même manière, et l'on parviendra ainsi à rassembler une grande quantité de cette pellicule, qui, si on l'examine, paraîtra composée presque entièrement de mercure à l'état métallique. Quoique après plusieurs opérations semblables la surface du métal soit plus propre qu'auparavant, cependant dès qu'il est resté exposé pendant quelque temps à l'air, surtout s'il est agité, la surface redevient bientôt aussi sale qu'auparavant, tant que le mercure contient des impuretés métalliques.

1172. C'est principalement en empêchant le contact immédiat entre le mercure et le verre des cloches, ou tels autres vaisseaux qu'on emploie, que ces pellicules agissent d'une manière défavorable dans les opérations sur la cuve à mercure. Lorsqu'on plonge une cloche dans la cuve, elle ne peut rompre la pellicule pour arriver en contact avec le métal pur qui est au-dessous; au contraire, la pellicule s'étend entre le verre et le métal, et s'oppose à leur contact. Si l'on enfonce la cloche de côté, chaque particule de cette pellicule épaisse et ridée, qui se trouve entre le verre et le métal, s'attachera sur les parois de la cloche, quelle

que soit la profondeur et dans quelque position qu'on la place ensuite sous la surface du mercure. Lorsque la cloche, ainsi plongée, contient du gaz dont une portion doit être transvasée dans un autre vaisseau, il en résulte que le gaz, qui s'échappe aussitôt qu'on incline la cloche pour le laisser approcher du bord (741), au lieu de passer bulle à bulle et de monter, à travers le métal, dans le vaisseau qui est au-dessus, tend à s'échapper le long de la cloche, entre le verre et la pellicule. Cet inconvénient est le résultat du défaut de continuité, ou au moins de ce qu'il n'y a point de contact intime sur ce point; et quoique le gaz puisse surmonter le poids du mercure qui l'environne, et s'élever en bulles distinctes lorsque le métal est à l'état de pureté, il n'en est pas de même lorsqu'il lui faut surmonter de plus la cohésion des molécules de la pellicule, surtout lorsque, par la présence de celle-ci entre le mercure et les parois de la cloche, le gaz trouve en cet endroit un passage plus facile.

1173. Par la même raison, lorsque le bec d'une cornue de laquelle un gaz se dégage est plongé dans le mercure, le gaz, au lieu de sortir en bulles, s'échappe autour du bord du verre, et gagne la partie supérieure entre le col et le mercure (742). Cet effet a lieu avec d'autant plus de facilité que la direction du bec approche plus de la perpendiculaire, et que le gaz qui s'échappe tend davantage, par son action sur le métal, à favoriser la formation des pellicules. Les gaz tels que l'euchlorine, l'acide muriatique, l'ammoniac, etc., donnent lieu à cet inconvénient plus facilement que l'oxigène, l'azote, etc.

1174. L'on a inventé quelques procédés aussi simples que commodes pour purifier de petites quantités

de mercure, une ou deux livres, par exemple. La méthode du docteur Priestley est excellente, et mérite une attention particulière. Elle consiste à renfermer environ trois onces de mercure dans un flacon pouvant contenir dix à douze onces; à placer ensuite le bouchon, renverser le flacon, puis le secouer fortement en frappant contre sa cuisse la main qui le tient. Après vingt ou trente secousses, on ôte le bouchon, et à l'aide d'un soufflet on renouvelle l'air dans le flacon. Il ne tarde pas à se former à la surface une poudre noire que l'on peut facilement séparer du reste. On renverse alors le flacon, et appliquant le doigt sur l'ouverture, on laisse échapper tout le métal, qui s'écoule facilement; on le recueille à part, et après en avoir séparé la poudre noire le mercure doit être remis dans le flacon et agité comme auparavant. L'on recommence de la même manière jusqu'à ce qu'il ne se détache plus de matière noire. Le docteur Priestley remarque que « tant qu'il y a du » plomb dans le mercure, il sonne dans le flacon » comme si c'était de l'argile molle; mais qu'à l'in» stant où le plomb en est séparé, il commence, à » mesure qu'on le secoue, à rendre un son plus clair, » de sorte qu'il n'est personne dans le laboratoire qui » ne puisse reconnaître le moment où il est suffisam» ment agité. » On s'est assuré de l'efficacité de ce procédé en purifiant de cette manière du mercure que l'on avait exprès rendu impur en y mélangeant du plomb et de l'étain.

1175. Il est une autre méthode, qui consiste à mettre dans un flacon le mercure que l'on veut purifier, à y ajouter un peu de nitrate de mercure ou une petite quantité d'acide nitrique étendu; à agiter le tout for-

tement pendant une minute ou deux ; à séparer ensuite par le lavage les parties solubles, ainsi que la poudre jaune qui s'est formée, et à sécher le mercure avec un linge. Si l'on éprouvait quelque difficulté à réunir en une seule masse le mercure très-divisé par cette opération, il serait aisé d'y parvenir en le lavant d'abord avec de l'eau, puis le chauffant dans une capsule de porcelaine : à mesure que l'eau s'évapore les globules se réunissent.

1176. Après avoir mis en usage l'un ou l'autre de ces procédés, il faut enlever la poussière adhérente au métal, en le passant à travers un cône ou entonnoir de papier (1165).

1177. Voici quelques-uns des caractères auxquels on reconnaît la pureté et la propreté du mercure : l'absence de toute pellicule et de toute matière pulvérulente, lorsqu'une portion du métal est vivement agitée pendant un moment dans un tube ou une bouteille propres; la liberté de ses mouvemens à la surface lorsqu'on l'agite; l'extrême mobilité de ses globules lorsqu'on en verse une petite portion dans un vase propre, et qu'on le divise en petites particules; la rondeur parfaite de leur forme lorsqu'on les fait couler sur la surface d'un plateau de verre ou de tout autre vaisseau propre; la dépression considérable qui existe entre les parois du verre et le métal lorsqu'on l'enferme dans un flacon bien sec; enfin, la promptitude avec laquelle se meut une petite aiguille à coudre aimantée, lorsqu'on la place sur sa surface dans une direction légèrement inclinée au méridien magnétique.

1178. Lorsqu'on nettoie et qu'on purifie le mercure pour des expériences délicates, telles que celles qui sont relatives aux baromètres et aux thermomètres, il

faut avoir grand soin que la surface n'en soit souillée par aucun corps étranger provenant des mains ou des vases dont on fait usage. La plus petite quantité de matière grasse ou d'une substance déliquescente, animale ou végétale, suffit pour le rendre incapable de servir, car ces substances s'étendent rapidement sur toute la surface du métal; il suffit souvent de l'attouchement du doigt pour communiquer au mercure une impureté qui ne permette plus de l'employer pour faire un instrument exact.

1179. Il faut toujours avoir un vase réservé exprès, dans un endroit particulier, pour recevoir les résidus de mercure qui reste à l'état impur après les expériences, ou celui qui s'est répandu sur la table; par ce moyen on en recueille une certaine quantité; et lorsqu'elle devient considérable, on en sépare mécaniquement un partie des impuretés (324), et l'on achève de le purifier par un des procédés chimiques ci-dessus décrits (1167). A l'aide de cette précaution, l'on fait une économie considérable de mercure dans les laboratoires où l'on travaille journellement.

SECTION XXI.

Règles générales pour la tenue d'un laboratoire.

1180. Indépendamment des nombreuses instructions que nous avons données dans le cours de cet ouvrage, il est certaines règles générales qui peuvent être utiles non-seulement aux personnes qui débutent dans les expériences chimiques, mais encore à celles qui, ayant fait quelques progrès dans la science, ont contracté des habitudes irrégulières. Toutes ces règles sont relatives *à la méthode*, source féconde de facilité et de promptitude, qui influe également sur le succès des procédés les plus ordinaires et des expériences les plus difficiles. Celles que nous allons donner dans cette section ont pour elles l'autorité d'une longue expérience : on ne peut supposer qu'elles embrassent tout ce qui peut être utile; mais au moins elles renferment tout ce qui s'est présenté à l'esprit de l'auteur, comme méritant par son utilité générale de faire un corps de doctrine. Les personnes qui en ajouteront de nouvelles mériteront la reconnaissance du chimiste praticien.

1181. Une portion des tables du laboratoire doit être spécialement affectée aux expériences de recherches.

1182. Les portions adjacentes doivent être destinées à recevoir les appareils, les flacons et les autres objets devenus inutiles. En mettant un instrument de ce

côté, on indique qu'il doit être nettoyé, et remis ensuite à sa place ordinaire. Le chimiste qui expérimente fera bien de débarrasser la partie de la table qu'il occupe, en portant les verres sales, les restes de précipités et de mélanges, ainsi que toute autre chose dont il n'a plus besoin, sur l'endroit indiqué, afin qu'on puisse les enlever.

1183. Le registre du laboratoire, dans lequel on consigne le résultat des expériences, ainsi qu'une plume et de l'encre, doivent être toujours à proximité. Il faut inscrire les résultats qui méritent d'être rappelés, au moment même où l'expérience a lieu et tandis que les objets sont encore sous les yeux et qu'on peut les examiner de nouveau s'il s'élève quelque doute. L'habitude de différer de prendre des notes jusqu'à ce que l'expérience soit terminée, ou jusqu'à la fin du jour, est d'autant plus préjudiciable, qu'il est infiniment difficile de se rappeler tous les phénomènes qui se sont succédé; il peut d'ailleurs se présenter à l'esprit quelque difficulté que l'on ne puisse plus résoudre lorsque l'expérience est terminée depuis long-temps.

1184. Le résumé des expériences de la journée doit être toujours précédé de la date indiquant le jour, le mois et l'année. Si les expériences sont relatives à la manipulation des gaz, il faut également tenir note de la hauteur du baromètre, et de la température du laboratoire.

1185. Le chimiste qui commence l'examen d'une substance nouvelle doit procéder d'abord aux expériences les plus générales, les plus capables de l'éclairer sur la nature de cette substance. En conséquence il la placera dans un tube, et appliquera d'abord la

chaleur afin de voir si elle est fusible ou volatile. Ensuite il la chauffera dans l'air sur une feuille de platine, pour observer si elle brûle ou non, si elle dégage des vapeurs, etc., etc.; après quoi il la chauffera dans de l'eau pour s'assurer si elle est soluble. Enfin il cherchera à savoir si elle est sapide, si elle est soluble dans l'alchool, etc. Cet examen général indiquera bientôt à quelle classe de corps la substance appartient, et fera connaître l'espèce d'investigation qu'elle exige. Après cela on pourra la dissoudre dans des acides, des alkalis, ou tous autres dissolvans convenables, et en déterminer exactement les propriétés.

1186. Lorsqu'une substance a été mise en dissolution et qu'il s'agit de la soumettre à différentes épreuves, il convient de procéder méthodiquement à l'examen des différentes substances séparées par l'action des réactifs, et de ne les essayer que successivement. L'examen du premier produit doit être complet avant de passer à un second, à moins cependant qu'on n'ait lieu d'espérer que l'examen particulier de l'un jettera quelque lumière sur la nature de l'autre. En général il vaut mieux s'attacher aux précipités, et négliger le reste de la dissolution jusqu'à ce qu'on les ait examinés; par exemple, si l'on dissout un métal dans un acide, et que la dissolution soit précipitée par la potasse, il faudra examiner le précipité avant la dissolution restante. Si ce précipité doit être dissous dans un acide et être précipité de nouveau par des réactifs particuliers, le premier précipité qu'il produit doit être examiné et étudié, avant de reprendre la dissolution qui contient le reste et d'en fixer la nature. Cela fait, et la totalité du premier précipité étant par conséquent mise

de côté, la dissolution qui restait lorsqu'il a été précipité par la potasse doit être reprise et traitée par d'autres agens. Peut-être même pourra-t-on lui appliquer du carbonate d'ammoniaque, et lui faire produire par ce moyen un second précipité qu'il faudra examiner, comme ci-dessus, avant la dissolution qui l'a produit.

1187. Il est cependant des circonstances dans lesquelles les dissolutions doivent être examinées avant les précipités. Cette dernière méthode possède l'avantage de procurer de l'occupation au chimiste tandis qu'on lave les précipités. La seule règle à suivre est donc d'adopter l'une ou l'autre, suivant les avantages qu'elle pourra offrir.

1188. Ce plan rend aussi plus méthodiques les notes que l'on prend, et dans lesquelles on peut marquer les dissolutions et les précipités par des lettres, ainsi que cela se pratique en décrivant les procédés analytiques. C'est ainsi que, dans l'exemple cité, la première dissolution pourra s'appeler A; le précipité par la potasse, B; la dissolution restante, C; la dissolution du précipité, D; le précipité qui en provient, E; et F, la dissolution avec le reste du précipité B. La dissolution C étant reprise, le précipité par le carbonate d'ammoniaque sera appelé G, et la dissolution restante, H.

1189. Si l'on examine une substance rare ou en petite quantité, on doit commencer par les expériences qui ne s'opposent point à celles que l'on pourrait faire par la suite. Ainsi l'action de la chaleur de l'eau et de l'alkool sur une substance peut être observée tout en laissant cette substance dans un état convenable pour d'autres expériences, telles que celles de la dissolution et de la précipitation. La même portion d'eau qui a été éprouvée par le nitrate de ba-

ryte pour s'assurer de l'existence de l'acide sulfurique peut, après avoir été filtrée, être éprouvée de nouveau par le nitrate d'argent pour connaître celle de l'acide muriatique; tandis que si l'on eût employé en premier lieu du muriate de baryte, la seconde épreuve serait devenue impossible.

1190. Les résultats nouveaux, importans, incertains ou inattendus, doivent être répétés une ou deux fois, afin qu'à une époque ultérieure nul doute ne puisse exister sur l'exactitude des notes qui ont été prises au moment où l'opération a eu lieu.

1191. Lorsqu'on procède à quelque expérience délicate, que l'on veut, par exemple, chauffer une substance dans quelque gaz particulier, ou décomposer un corps par l'électricité voltaïque, il faut préparer et placer d'avance à sa portée tous les objets dont on peut avoir besoin, afin que l'expérience n'éprouve point de retards, et que l'attention ne soit point détournée des résultats par la nécessité de remédier à quelque omission importante.

1192. Lorsqu'on se livre à une longue série d'expériences avec la lampe à esprit de vin, il faut avoir à côté de soi une chandelle ou une lampe continuellement allumée.

1193. Dans l'examen d'une eau minérale à l'aide des réactifs, les verres dont on se sert doivent être placés sur une ligne, chacun devant le réactif ajouté à l'eau qu'il contient. On les laissera une demi-heure dans cette position pour qu'aucun des caractères ne passe inaperçu, et afin de se mettre à l'abri de toute méprise.

1194 et 1195. Outre l'emplacement destiné aux manipulations (1181), il faut avoir un autre local

séparé de la partie du laboratoire où l'on travaille, et où rien ne doit être changé sans l'ordre du chimiste. Il est plusieurs circonstances où les expériences, ou les dissolutions, doivent être mises de côté pendant une semaine ou deux, pour être ensuite reprises de nouveau. Il faut alors les étiqueter avec soin, et les placer dans un lieu particulier. Il faut avoir une armoire placée de manière à ne pas embarrasser, pour y déposer les expériences qui exigeront des semaines ou des mois entiers, ou les objets qui ne devront être repris de nouveau qu'après un long espace de temps.

1196. Les dissolutions, les précipités, et généralement tous les produits qui sont mis de côté pour quelque temps, doivent être étiquetés suivant les marques ou dénominations sous lesquelles ils sont inscrits sur le livre du laboratoire. Ainsi, les précipités et les dissolutions dont il a été précédemment question (1188), seront étiquetés sur les verres ou bouteilles qui les contiendront, A, B, C. Quand ces produits sont nouveaux et importans, cette précaution doit être prise sans délai afin de prévenir toute espèce d'erreur. Le papier enduit de gomme ou de colle (1029, 1231) est alors fort commode.

1197. On ne peut observer avec trop de soin toutes ces règles d'ordre et de propreté; nous ne saurions mieux terminer cette section qu'en rapportant les excellentes observations que Macquer fait à ce sujet. « Il faut bien se persuader, dit-il, que l'arrangement, » l'ordre et la propreté sont essentiellement nécessaires » dans un laboratoire. Toutes les fois qu'on se sert d'un » vase quelconque, il faut le laver avec soin et le » remettre à sa place : on doit placer des étiquettes sur » toutes les substances, tous les mélanges et produits

» d'opérations que l'on conserve dans des flacons ou
» autrement. Il faut les examiner, les nettoyer, et re-
» nouveler de temps en temps les étiquettes. Quelque
» insignifians et quelque fatigans que paraissent ces
» soins, ils sont cependant les plus importans, et sou-
» vent les plus négligés. Lorsqu'on est sérieusement
» engagé dans une recherche, les expériences se suc-
» cèdent avec rapidité : quelques-unes semblent décider
» la question, et d'autres suggérer de nouvelles idées.
» On ne peut s'empêcher de les poursuivre immédia-
» tement; on passe de l'une à l'autre croyant qu'on
» pourra toujours facilement reconnaître les produits
» de la première expérience; on néglige de les mettre
» en ordre; on poursuit avec empressement les der-
» nières expériences : cependant les vases dont on s'est
» servi, les flacons remplis, les verres, etc., s'accu-
» mulent au point qu'on ne peut plus s'y reconnaître,
» ou que le chimiste n'a plus que des doutes et des in-
» certitudes sur la nature des premiers produits qu'il
» a obtenus. Le mal s'accroît encore si l'on entre-
» prend une nouvelle série d'opérations qui embarras-
» sent le laboratoire, ou si l'on est obligé de s'éloigner
» pour quelque temps : alors tout devient confusion,
» et il arrive souvent qu'on perd le fruit de beaucoup de
» travail, et qu'on est obligé de rejeter presque tous les
» produits de ses expériences. Le seul moyen d'éviter
» ces inconvéniens est de procéder avec le soin et les pré-
» cautions déjà recommandées. Il est vrai qu'il est très-
» désagréable et très-difficile de s'arrêter continuelle-
» ment au milieu des recherches les plus intéressantes,
» et de perdre un temps précieux à nettoyer des vases,
» à les arranger, et à y placer des étiquettes. Ces occu-
» pations suffisent pour refroidir et retarder la marche

» du génie; elles sont ennuyeuses, dégoûtantes même, » mais nécessaires. Les personnes qui peuvent avoir un » aide sur l'intelligence et l'exactitude duquel elles » puissent compter, évitent la plupart de ces embar- » ras; mais elles n'en doivent pas moins veiller par » elles-mêmes à l'exécution de tous ces détails, quelque » minutieux qu'ils paraissent; car toutes ces précautions » sont d'une si grande importance, que nous ne devons » nous en rapporter qu'à nous-même. Elles deviennent » d'ailleurs indispensables lorsque les expériences doi- » vent rester secrètes, au moins pour quelque temps; » ce qui arrive fréquemment en chimie.

» Quand on se livre à des recherches nouvelles, les » mélanges, les résultats et les produits de toutes les » opérations, doivent rester long-temps notés et étique- » tés. Souvent il arrive qu'au bout de quelque temps » l'on y observe des phénomènes fort singuliers, et aux- » quels on ne se serait jamais attendu. Il y a en chimie » plusieurs belles découvertes, qui ont été faites de cette » manière, et sans doute un plus grand nombre qui ont » été perdues, pour avoir jeté trop tôt les produits, » ou parce qu'on n'a pu les reconnaître après les chan- » gemens qui s'étaient opérés en eux (1). »

(1) Dictionnaire de chimie par Macquer, ii, 486.

SECTION XXII.

Emploi des équivalens, échelle de Wollaston.

1198. L'on doit au docteur Wollaston un instrument qui, bien qu'il ne serve point directement aux opérations chimiques, est pourtant constamment employé dans les laboratoires, soit pour procurer les indications nécessaires aux expériences, soit pour en interpréter ou en étendre les résultats. Ce serait donc à tort que nous passerions sous silence cet instrument dans un ouvrage dont le principal objet est d'indiquer au chimiste qui manque d'expérience tous les moyens qui peuvent conduire au but qu'il se propose. Cet instrument est appelé *échelle synoptique des équivalens chimiques*, ou, plus communément, *échelle de Wollaston*. Le mémoire dans lequel l'auteur décrit la nature de l'échelle, et la manière de déterminer les nombres appropriés aux différentes substances auxquelles on l'applique, est inséré dans les Transactions philosophiques de 1814. L'échelle, telle qu'on l'achète chez les fabricans d'instrumens, consiste en une règle, portant dans le milieu une coulisse, dans laquelle se meut une règle plus étroite, que nous désignerons sous le nom de curseur. Sur chaque bord du curseur sont tracées des divisions, depuis 10 jusqu'à 320; et sur les deux côtés de la règle sont écrits les noms des différentes substances qui entrent dans les combinaisons chimiques.

1199. Le but de cet ouvrage n'étant point d'enseigner

les principes de la chimie, mais de donner seulement les explications nécessaires à l'intelligence des objets, il nous suffira de dire que l'échelle est fondée sur trois points principaux : l'invariabilité des proportions dans les composés chimiques ; le pouvoir équivalent des quantités qui entrent en combinaison, et les propriétés bien connues des échelles logarithmiques ; nous bornant à expliquer en peu de mots de quelle manière ces divers élémens contribuent à la formation de l'instrument.

1200. Un corps composé l'est toujours de la même manière, et il est impossible qu'aucune variation ait lieu dans la proportion de ses élémens. 48 parties de potasse combinées avec 54 parties d'acide nitrique produiront toujours 102 parties de nitre : quel que soit l'excès que l'on mette de l'un ou de l'autre, quel que soit le mode de combinaison que l'on adopte, que les substances soient pures ou non, ces proportions seront toujours les mêmes. Et cela ne se borne pas aux nombres que nous venons d'indiquer, mais quel que soit le poids du nitrate de potasse formé, ces deux élémens seront toujours entre eux dans le rapport indiqué par ces nombres.

Ainsi, en disant que la même quantité d'une substance se combine constamment avec une même quantité d'une autre substance pour produire un composé déterminé, nous ne faisons que noter en d'autres termes cette loi de la nature, savoir *que les proportions des composés chimiques sont invariables.*

1201. Le second point, c'est-à-dire le pouvoir équivalent des quantités qui entrent en combinaison, n'est point aussi évident que le premier, mais il est suffisamment confirmé par l'expérience. Par exemple, si une

quantité de sulfate de soude en dissolution est mise dans une dissolution de nitrate de baryte, cette dernière étant en excès, une certaine quantité de sulfate de baryte sera précipitée, et du nitrate de soude restera en dissolution avec l'excédant du nitrate de baryte. Il y aura décomposition d'autant de nitrate de baryte qu'il en faudra pour fournir la quantité de baryte nécessaire pour saturer la totalité de l'acide sulfurique du sulfate de soude, et en former du sulfate de baryte. Mais ce qu'il faut particulièrement observer ici, c'est que la quantité d'acide qui abandonne la baryte sera précisément celle exigée pour se combiner avec la soude séparée du sulfate de soude, et pour former avec elle le sel neutre, nitrate de soude; car, après que le mélange et le changement chimique auront eu lieu, on trouvera les deux dissolutions aussi neutres qu'auparavant.

Il est évident, d'après ce résultat, que l'acide nitrique de cette expérience a un pouvoir de combinaison et de saturation équivalent à celui de l'acide sulfurique, car ils ont l'un et l'autre également neutralisé la portion de soude qui était en dissolution, et de plus ils ont aussi neutralisé la portion de baryte qui a changé d'acide durant l'expérience. On s'apercevra très-aisément, si l'on y fait la moindre attention, que la baryte et la soude de ces deux sels ont, l'une par rapport à l'autre, des pouvoirs saturans égaux; car, durant l'expérience, elles ont toutes deux neutralisé exactement les deux acides. L'excès de nitrate de baryte ne subit aucun changement, et n'est utile que pour assurer la décomposition totale du sulfate de soude. Si la quantité de nitrate de baryte sec eût été de 132 parties, et celle de sulfate de soude sec de

72; les deux sels se seraient alors mutuellement décomposés en totalité.

1202. Tous les autres sels neutres présentent des phénomènes semblables, car la réciprocité de saturation existe toutes les fois que la décomposition chimique a lieu, et n'est point particulière à tel ou tel corps; mais est générale pour toute espèce de combinaison. On peut aussi se former une idée exacte de la signification du mot *équivalent*, appliqué aux corps exerçant une action chimique, en disant que les quantités de substances qui, en se combinant ensemble, se saturent réciproquement sont équivalentes dans leur puissance de combinaison: ainsi, 40 parties d'acide sulfurique sont équivalentes à 78 parties de baryte. Les quantités de deux ou d'un plus grand nombre de substances nécessaires pour saturer une même quantité d'une substance quelconque, sont dites *équivalentes*, sous le rapport de leur pouvoir saturant; ainsi, 40 parties d'acide sulfurique et 54 parties d'acide nitrique sont équivalentes, car elles saturent l'une et l'autre 32 parties de soude, ou 78 de baryte (1201); et ces dernières, par la même raison, sont aussi *équivalentes*. Il en est de même des corps composés qui agissent les uns sur les autres; leurs *équivalens* sont les nombres suivant lesquels ils se combinent, et qui sont toujours nécessaires et toujours suffisans pour opérer une combinaison totale.

1203. On se sert en conséquence de l'expression *équivalent chimique*, pour indiquer la proportion suivant laquelle un corps se combine avec un autre lorsque la combinaison chimique est possible; l'on a trouvé que ce nombre était constant pour un même corps, quel que fût celui avec lequel on le comparât; de sorte que si l'on prend arbitrairement un nombre

pour représenter la quantité d'une substance quelconque pouvant entrer en combinaison avec d'autres corps, et qu'on l'adopte pour son équivalent, on pourra exprimer tous les équivalens des autres substances par des nombres qui seront au premier comme les quantités combinables des corps qu'ils représentent sont à la quantité combinable de la substance désignée par le premier nombre. Ainsi, dans le changement qui a lieu entre le nitrate de baryte et le sulfate de soude (1261), supposons que le nombre 40 ait été pris pour l'équivalent de l'acide sulfurique présent, alors 32 sera l'équivalent de la soude, car telle est la proportion dans laquelle elle se combine avec 40 d'acide sulfurique; 54 sera l'équivalent de l'acide nitrique, parce que telle est la quantité propre à se combiner avec 32 de soude; et 78 sera l'équivalent de la baryte; de sorte qu'on aura pour équivalent du sulfate de baryte 118, du sulfate de soude 72, du nitrate de baryte 132, et du nitrate de soude 86.

1204. La détermination de ces équivalens chimiques, ou *nombres équivalens*, est fournie par l'expérience. Les erreurs que l'on pourra commettre par rapport à leur valeur dépendront entièrement des erreurs que l'on aurait commises dans les expériences, ou de celles que l'on aurait faites en les interprétant, et non point d'un changement possible de leur valeur réelle dans aucune circonstance quelconque. Ainsi donc, une fois bien déterminés, ils seront une source sûre et féconde de lumière, à laquelle on pourra recourir avec la plus grande facilité, à l'aide de l'échelle du docteur Wollaston.

1205. Le troisième point nécessaire à développer est relatif à l'échelle elle-même, dite échelle logarith-

mique. Elle est construite de telle manière qu'à des intervalles égaux correspondent toujours des nombres qui sont entre eux dans le même rapport.

Ainsi, si l'on mesure avec un morceau de papier la distance qui se trouve entre 10 et 20, cette longueur de papier mesurera aussi la distance qui existe entre les nombres 20 et 40, 55 et 110, 160 et 320, de telle manière que le nombre qui se trouvera à la partie supérieure du papier sera toujours la moitié de celui qui sera à l'autre extrémité. Si, par exemple, ce papier s'étend de 10 à 14, les nombres entre lesquels on le transportera ensuite seront entre eux comme 10 est à 14; par conséquent, si l'une des extrémités se trouve à 100, l'autre sera à 140.

1206. Maintenant, supposons que le papier ait été coupé de manière que l'une des extrémités étant appliquée sur le nombre représentant l'équivalent d'un corps, l'autre coïncide avec le nombre équivalent d'un autre corps; en faisant glisser le papier sur l'échelle, tous les nombres avec lesquels ces deux extrémités coïncideront représenteront encore des quantités proportionnelles aux deux premières. Si donc l'extrémité supérieure coïncide avec le nombre 40, et l'extrémité inférieure avec 78, c'est-à-dire avec les nombres proportionnels de l'acide sulfurique et de la baryte, cet intervalle une fois bien déterminé, à quelque partie de l'échelle qu'on applique le papier, l'extrémité inférieure indiquera toujours la quantité de baryte nécessaire pour se combiner avec la quantité d'acide sulfurique indiquée par le nombre coïncidant avec l'extrémité supérieure.

1207. Il est évident qu'il importe peu que ce soit le papier qui glisse sur l'échelle, ou l'échelle elle-même

qui soit mobile ; en supposant donc que le papier soit collé à côté de l'échelle, il sera facile, en faisant glisser celle-ci dans un sens ou dans l'autre, de connaître par les nombres coïncidant avec les extrémités du papier la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour se combiner avec telle autre quantité de baryte, et *vice versâ*. Si, au lieu d'employer un morceau de papier, on faisait deux marques sur le côté de l'échelle à 40 et à 78, et qu'on les nommât acide sulfurique et baryte, il est évident qu'on parviendrait encore au même résultat.

1208. Il est d'autres substances qu'on peut inscrire sur l'échelle exactement de la même manière. Ainsi, par exemple, lorsque l'échelle sera disposée de manière à ce que le nombre 40 coïncide avec l'acide sulfurique déjà marqué, on inscrira le sulfate de baryte à 118, le nitrate de baryte à 132, la soude à 32, et le sulfate de soude à 72. On suivra le même procédé pour toutes les substances dont le nombre équivalent aura été déterminé par l'expérience. L'instrument qui, dans cette position, représente simplement les nombres effectifs que l'expérience a fournie, conservera fidèlement les proportions ainsi déterminées dans toutes les positions du curseur ; par conséquent, il permettra de changer toutes ces expressions numériques suivant un rapport quelconque.

1209. Quelques exemples des propriétés de cette échelle et de l'usage qu'on en fait, suffiront pour faire concevoir le mécanisme de cet instrument et les diverses applications dont il est susceptible. Supposons qu'en analysant une pinte d'eau minérale on en ait décomposé les sulfates par l'addition du muriate de baryte, et que le sulfate de baryte qui en est résulté ait été lavé, séché et pesé, on déduira facilement, de la

quantité obtenue, la quantité exacte d'acide sulfurique qui existait dans l'eau minérale avant l'opération. Ainsi, si le sulfate de baryte pèse 43, 4 grains, il faudra faire glisser le curseur jusqu'à ce que ce nombre soit à la hauteur *du sulfate de baryte,* et alors on lira la quantité cherchée; c'est-à-dire, 14, 7 grains, devant le mot, *acide sulfurique.* L'échelle indiquera, de la même manière, la quantité de toutes les substances contenues dans un poids donné de l'un de leurs composés; il suffira de déterminer les distances par des expériences, et de les marquer avec soin sur la table, de la manière que nous venons d'expliquer (1208).

1210. Supposons encore qu'on ait mêlé une livre de sulfate de baryte avec du charbon, et qu'on ait chauffé à une haute température, afin de le convertir en sulfure, et que, par l'addition de l'acide nitrique, on veuille convertir le sulfure lui-même en nitrate de baryte, en plaçant le nombre 100 sur le sulfate de baryte, et cherchant le nombre correspondant à l'acide nitrique, on trouvera 46, quantité d'acide nécessaire. Mais ce nombre représente la quantité d'acide sec; c'est pourquoi cherchant au-dessous l'acide nitrique liquide à 1, 50 de pesanteur spécifique, on trouvera que 61 et une fraction forment l'équivalent de 100 livres; et que, par conséquent $\frac{61}{100}$, c'est-à-dire un peu plus de 6 dixièmes de cet acide, suffiront pour une livre de sulfate de baryte.

1211. Si l'on a besoin d'un certain poids de carbonate de baryte, dans cet état d'humidité et de division extrême dans lequel on l'obtient par la précipitation, et qu'on ne puisse pas le peser, on pourra obtenir la quantité nécessaire, en prenant l'équivalent en muriate sec,

ou en nitrate de baryte, qu'on précipitera par un excès de carbonate de potasse, et dont on séparera ensuite par le lavage les sels qui restent en dissolution. Supposons que ce soit 100 grains de carbonate dont on ait besoin. En plaçant ce nombre devant le carbonate de baryte, on trouvera que la quantité nécessaire du muriate sec sera 105, 8, et la quantité de nitrate 133, 4. Si l'on veut connaître aussi la quantité de carbonate de potasse nécessaire pour produire l'effet désiré, on trouvera à la partie de l'échelle qui est en regard du nom de cette substance, que cette quantité est un peu au-dessous de 70, de sorte qu'en mettant 5 ou 10 parties de plus, on sera sûr d'en avoir un excès qui ne pourra que faciliter l'expérience.

1212. Pour fournir un nouvel exemple de l'utilité de cet instrument, nous allons transcrire ici le second paragraphe de la description qu'en a donnée le docteur Wollaston. « Par exemple, si le sel soumis à l'examen » est du vitriol bleu ordinaire, ou sulfate de cuivre » cristallisé, les premières questions qui se présentent » sont : (1°) combien contient-il d'acide sulfurique? (2°) » d'oxide de cuivre? (3°) d'eau? Le chimiste ne s'arrê- » tera pas toujours à ces premières données, et désirera » encore connaître les quantités, (4°) de soufre? (5°) de » cuivre? (6°) d'oxigène? (7°) d'hydrogène? Pour obte- » nir ces indications, il lui faudra déterminer la quan- » tité des différens réactifs qui peuvent être employés » pour découvrir la quantité d'acide sulfurique, et, » par conséquent, les quantités, (8°) de baryte, (9°) » de carbonate, (10°) de nitrate de baryte, nécessaires à » cet effet? (11°) Il doit savoir combien il est nécessaire » d'employer de plomb à l'état (12°) de nitrate de plomb;

» et, lorsqu'il aura obtenu les précipités de (13°) sulfate » de baryte, ou (14°) de sulfate de plomb, il faudra » qu'il connaisse également la proportion d'acide sulfu- » rique que chacun d'eux contient. Il peut aussi » essayer de résoudre le même problème, au moyen » de (15°) la quantité de potasse pure ou (16°) de car- » bonate de potasse nécessaire pour précipiter le cui- » vre. Il eût pu enfin employer (17°) le zinc ou (18°) » le fer, pour le même objet; et il est possible encore » qu'il désirât connaître les quantités de (19°) sulfate de » zinc ou (20°) de sulfate de fer qui resteront alors » dans la dissolution. »

1213. Toutes ces questions se résolvent en faisant mouvoir le curseur de l'échelle jusqu'à ce que le nombre qui exprime la quantité sur laquelle on opère coïncide avec le *sulfate de cuivre cristallisé*. 5. *Eau*. Que ce nombre soit, par exemple 100 : en le portant vis-à-vis le sulfate de cuivre cristallisé, on obtient, par la simple inspection, toutes les indications nécessaires, excepté pour la sixième et la septième question. La sixième pourra être résolue en défalquant (5°) la quantité de cuivre, (2°) de celle de l'oxide de cuivre, ou en prenant la moitié de la quantité 2 oxigène, ou le tiers de celle 3 oxigène. La septième est relative à la quantité d'hydrogène que contiennent les 5 parties d'eau renfermées dans le sel. Cette quantité d'hydrogène ne se trouve point dans l'échelle; mais on peut aisément la déterminer en doublant la quantité d'eau, ou celle du sel qu'on emploie, ce qui fera connaître sur l'échelle le nombre qui correspond à 10 hydrogène; et la moitié de ce nombre devra être considérée comme correspondant à 5 eau, ou 100 grains du sel. Par conséquent,

en prenant 200 pour le sulfate de cuivre, 10 d'hydrogène se trouvant correspondre au nombre 17, la moitié de cette quantité, ou 8,5, forme naturellement la quantité qui correspondrait à 100 grains du sel de cuivre cristallisé.

1214. Lorsqu'il arrive que le nombre connu, ou le nombre qu'on cherche, n'est point sur l'échelle, on peut employer un multiple convenable. La meilleure méthode est alors de compter les dizaines ou centaines comme unités, ou, ce qui revient au même, de considérer, pour le moment, des points décimaux comme existant entre les unités et les dizaines, ou entre les dizaines et les centaines, de tous les nombres qui sont sur l'échelle. Ainsi, s'il est nécessaire de connaître combien de magnésie et d'acide sulfurique sont contenus dans une livre de sulfate de magnésie cristallisé, comme le nombre 1 n'existe pas sur l'échelle, et à plus forte raison des fractions, imaginez des points décimaux entre les dizaines et les centaines, et alors, 10 sur l'échelle deviendra pour vous un dixième; 22, vingt-deux centièmes; 100, un; et 220, deux et deux dixièmes, et ainsi de suite. En conséquence, en portant au nombre 100 le sulfate cristallisé de magnésie, il représentera une livre; et l'on trouvera qu'elle contient 16 centièmes de livre de magnésie, et 32 $\frac{1}{2}$ centièmes de livre d'acide sulfurique.

Autre exemple. Supposez qu'il faille connaître la quantité de magnésie contenue dans 50 livres de sel d'epsom cristallisé; en portant 50 vis-à-vis le nom du sel, on trouvera que la quantité de magnésie sera moindre que toute quantité exprimée sur l'échelle. Mais il suffira, pour résoudre la question, de doubler la quantité

du sel, et de diviser par 2 la quantité de magnésie correspondante, on verra ainsi que 50 livres contiennent à peu près 8 livres de magnésie.

1215. Ces échelles synoptiques sont, en général, sur papier et sur bois; celles qui sont sur papier ont été d'abord soigneusement gravées sur cuivre, ensuite imprimées sur du papier que l'on colle sur une règle de bois, comme celle que nous venons de décrire. Il est presque impossible que ces échelles soient exactes, à cause de l'extension et de la contraction que prend le papier, par suite des variations hygrométriques, et de la facilité avec laquelle il cède aux impressions mécaniques, et se déchire lorsqu'il est mouillé. Lorsqu'on colle le papier pour l'appliquer sur le bois, il s'étend considérablement dans toutes les directions, et quoique cette extension, causée par l'humidité, ne soit pas beaucoup plus grande que celle qui a eu lieu lorsque le papier a été mouillé pour recevoir l'encre de la planche de cuivre, elle augmente considérablement par l'effet du frottement et des autres moyens mécaniques qu'on emploie, tant en appliquant la colle avec une brosse qu'en pressant ensuite sur le papier pour le faire adhérer sur toutes les parties du bois. Ces échelles ne doivent par conséquent être jamais considérées comme très-exactes lorsqu'on les reçoit du fabricant d'instrumens, et l'on doit toujours les vérifier à l'aide d'un compas ou d'un morceau de papier, comme nous l'avons déjà indiqué (1205), afin de s'assurer si les distances égales sur l'échelle correspondent précisément à des nombres ayant toujours entre eux le même rapport. De cette manière, on découvre facilement l'étendue de l'erreur que présentent ces instrumens, et le point où cette erreur est le plus consi-

dérable. Mais il serait inutile d'en agir ainsi dans l'espérance d'obtenir une échelle assez exacte pour pouvoir se dispenser de tout autre calcul ultérieur dans une expérience. Les échelles qui sont imprimées directement sur le bois, quoique moins susceptibles d'erreurs que les échelles sur papier, sont cependant rarement assez exactes pour qu'on puisse se dispenser de calculs.

1216. Nous n'avons parlé jusqu'ici que des erreurs relatives à l'exactitude de l'échelle des nombres. Il en est d'autres qui sont produites par l'imperfection et l'inexactitude des expériences qui ont fourni les nombres équivalens des différentes substances. Si l'on avait considéré comme bon un résultat inexact, et que le nombre proportionnel d'un corps porté sur l'échelle ne fût pas le véritable, il est évident que toutes les indications fournies par l'échelle pour toutes les substances que renfermerait ce corps seraient affectées de cette première erreur. Toutes les fois donc qu'on obtiendra pour équivalent d'un corps un nombre plus exact que celui qui existait antérieurement, il faudra aussitôt le rectifier sur l'échelle; et à mesure que les nombres équivalens des substances, qui jusque-là étaient restés indécis, sont déterminés d'une manière précise; il faudra placer le nom des substances elles-mêmes aux points de l'échelle qui leur conviennent, de la manière déjà décrite (1207—8).

1217. En raison des erreurs inévitables dans la construction de l'échelle des nombres, il ne faut se servir de l'instrument que pour les expériences qui n'exigent pas une très-grande précision; car quelque légères que fussent ces irrégularités, elles ne seraient pas sans influence sur les résultats: il faut donc, toutes les fois que l'on a besoin d'une exactitude rigoureuse,

avoir recours au calcul, d'après une table d'équivalens. Par exemple, s'il était nécessaire de connaître la quantité d'acide sulfurique contenue dans 64,7 grains de sulfate de baryte, à deux ou trois décimales près, il vaudrait mieux, au lieu d'opérer avec l'échelle, prendre les nombres équivalens du sulfate de baryte et de l'acide sulfurique sur une table semblable, et faire la proportion suivante : le premier nombre est au second, comme 64,7 est à la quantité d'acide sulfurique cherchée ; le nombre équivalent du sulfate de baryte est 118, et celui de l'acide sulfurique est 40, l'hydrogène étant un, ou pris pour unité; par conséquent 118 : 40 :: 64,7 : 21,932, ou à peu près. Du reste, il serait impossible de déterminer exactement ce dernier nombre sur une échelle ordinaire, et de connaître de combien il diffère de 22.

La plupart des ouvrages chimiques contiennent un grand nombre de tables d'équivalens. Mais quelle que soit celle que l'on adoptera, il faudra l'examiner de temps en temps, et corriger les nombres qu'elle portera, toutes les fois qu'ils auront été déterminés avec plus de précision.

1218. M. Gay-Lussac a démontré que lorsque les corps se combinent à l'état de vapeur, la combinaison s'opère toujours sur des volumes qui ont entre eux un rapport simple ; ainsi, un volume d'hydrogène se combine avec un demi-volume d'oxigène pour former une certaine quantité d'eau qui, à l'état de vapeur, présente un volume égal à celui de l'hydrogène que l'on a employé. Un volume d'hydrogène se combine avec un volume de chlore pour former deux volumes d'acide muriatique (1) et avec un volume de vapeur

(1) Hydrochlorique.

d'iode pour former deux volumes d'acide hydroiodique; trois volumes d'hydrogène se combinent avec un volume d'azote pour former deux volumes d'ammoniaque; et un demi-volume d'oxigène fournit, en se combinant avec le carbone, un volume entier d'oxide de carbone. Tous les corps gazeux que l'on a examinés ont présenté des résultats analogues. On peut considérer ces volumes comme des équivalens; et le rapport des nombres qui les expriment est assez simple pour qu'on puisse les retenir sans la moindre difficulté : par conséquent, il peut être utile de placer sur toutes les tables des équivalens chimiques, à côté des substances et de leurs nombres, de petites figures représentant leurs volumes équivalens, lorsque l'on considère celles-ci à l'état de gaz ou de vapeur : il n'est pas nécessaire d'être doué d'une grande sagacité pour s'apercevoir que si les corps se combinent en poids (1200), ainsi qu'en volumes définis, ces volumes doivent nécessairement contenir le poids qui a été précédemment déterminé; car, bien que ces proportions d'un composé puissent être exprimées indifféremment en poids ou en volume, les corps ne se combinent cependant toujours qu'en une seule proportion.

1219. Ainsi établies, les tables dont nous venons de parler présenteront l'apparence suivante :

Hydrogène.	1	
Oxigène.	8	
Chlore.	36	
Iode.	125	
Eau.	9	
Acide muriatique.	37	
Acide hydriodique.	126	
Ammoniac.	17	

On consultera toujours utilement cette échelle toutes les fois qu'il s'agira de substances gazeuses et volatiles. Les rapports en volumes sont beaucoup plus faciles à retenir que les nombres équivalens; ce qui, joint à la facilité avec laquelle le volume des gaz et des vapeurs peut être déterminé, doit souvent engager le chimiste à préférer les rapports exprimant les volumes à ceux qui expriment les poids.

SECTION XXIII.

MÉLANGES.

§ I. *Bouchons de liège.*

1220. Les bouchons de liège sont, comme on l'a vu, d'un grand usage dans les laboratoires ; l'emploi qu'on en fait est fondé sur la souplesse et l'élasticité de cette substance, sur la facilité avec laquelle on peut leur donner toutes sortes de formes, ce qui permet de les employer avec succès pour boucher des vases de toutes espèces ; malgré leur porosité, ils peuvent, lorsqu'ils sont de bonne qualité, et qu'on a soin de les enduire d'une légère couche de mastic, résister pendant quelque temps à la pression atmosphérique, et soutenir le vide dans un vase.

1221. Le liège, étant aussi très-mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité, fait d'excellens manches pour prendre des tubes chauds et autres objets, et pour entourer les fils d'une pile voltaïque, afin de pouvoir les manier sans inconvénient.

§ II. *Papier.*

1222.—1232. Nous ne rappellerons point ici tout ce que nous avons dit des différens usages du papier dans

le courant de cet ouvrage; nous recommanderons seulement l'usage du papier pressé à chaud, qui peut être, dans quelques circonstances, employé pour recevoir des dissolutions que l'on veut essayer par les réactifs, particulièrement pour observer les précipités colorés. C'est sous ce rapport que le docteur Paris a indiqué depuis long-temps cet usage du papier comme applicable à la recherche de l'arsenic au moyen du nitrate d'argent.

Le papier ciré que l'on obtient en étendant une feuille de papier sur une plaque chaude, et la frottant légèrement avec de la cire enfermée dans un morceau de mousseline, résiste pendant très-long-temps à l'action de l'humidité, et peut par conséquent servir à faire des tubes pour transmettre l'eau ou la vapeur d'eau. Le papier fort, tel que le papier à cartouche, peut, au besoin, être façonné en vase, et servir à faire bouillir de l'eau; l'on peut sans crainte faire bouillir dans un vase semblable jusqu'à une pinte d'eau ou davantage, au-dessus d'une lampe de laboratoire (189).

Enfin, des papiers collés fortement, huilés ou cirés, pourront servir d'entonnoir pour recevoir un filtre, transvaser de l'eau, et même des acides.

---

§ III. *Usages du fil de laiton.*

1233. Lorsque le fil de laiton est recuit, il acquiert une flexibilité qui le rend supérieur à toute autre espèce de fil pour réunir des parties d'appareils. Il est aussi très-utile pour former des supports temporaires pour les bougies, les tubes, et sert particulièrement pour les expériences électro-magnétiques. C'est le meilleur que

l'on puisse employer pour former les pôles et les communications des batteries voltaïques et électriques; non-seulement à cause de sa flexibilité, mais encore parce qu'il est très-bon conducteur de l'électricité. Il faut dans tout laboratoire avoir du fil de laiton de deux espèces au moins : l'une d'un vingtième, et l'autre d'un cinquième de pouce de diamètre.

§ IV. *Usages des plateaux ou obturateurs de verre.*

1234. Les plateaux ou obturateurs de verre dont on a déjà parlé (353, 356, 447, 559) se font en rognant des fragmens de verre (1223, 1224), pour en former des disques d'un à 4 pouces de diamètre, qui servent à plusieurs usages. Comme ils sont parfaitement plats des deux côtés, on les emploie souvent pour couvrir les ouvertures des cloches dont les extrémités sont usées à la meule; et dans beaucoup de circonstances ils conviennent mieux que les soucoupes pour transporter les cloches qui renferment des gaz, surtout lorsque le liquide dans lequel elles plongent a peu de profondeur, ou se trouve placé dans des vases fort étroits. Ils servent également de couvercles pour les verres, les capsules, et pour l'évaporation et la cristallisation de petites portions de liquide (547). On les emploie comme isoloirs dans les expériences électriques ou électro-chimiques. Dans ces dernières, il faut mettre sur l'obturateur quelques gouttes du liquide qu'on veut décomposer (962), ou placer dessus le vaisseau métallique qui contient le liquide. Nous avons déjà fait valoir leur utilité pour les essais à l'aide des réactifs sur de très-petites portions de liquide.

§ V. *Usages des métaux en lames ou en feuilles.*

1235. L'étain en feuille est fort utile dans un laboratoire, pour servir de conducteur électrique, lorsqu'on veut établir une communication métallique entre différens appareils, et pour revêtir d'une doublure ou d'une enveloppe métallique ceux de ces appareils qui, comme la bouteille de Leyde, exigent cette précaution. On coupe ces feuilles avec des ciseaux ou un couteau, et on les applique facilement, à l'aide de la colle, de la même manière que le papier. Elles sont aussi d'une grande utilité pour plonger une substance solide dans un mélange réfrigérant. On roule avec soin dans la feuille d'étain la substance qu'on veut congeler, de manière à empêcher le mélange réfrigérant de pénétrer dans l'intérieur; et comme elle est elle-même un excellent conducteur de la chaleur, l'abaissement de température a lieu rapidement. Une feuille d'étain roulée autour des tubes sert souvent à en rendre opaque une certaine partie, ou à la refroidir plus rapidement. L'étain en feuille est très-flexible; cependant il ne faut point s'en servir sans précaution, de crainte qu'il ne s'y forme des trous, et que par conséquent il cesse d'être imperméable à l'eau.

1236. Le plomb en feuille sert aux mêmes usages : il se coupe facilement avec des ciseaux ou un couteau, ce qui le rend fort utile pour faire des tares (33). Il sert aussi à échauffer et à refroidir les corps par son contact, et il est tellement malléable, qu'on peut aisément en former des capsules lorsqu'il est nécessaire d'en avoir en métal, ainsi que des vases réfrigérans et divers autres appareils temporaires.

1237. Le cuivre en feuille est d'une grande utilité comme électro-moteur; on l'emploie continuellement, conjointement avec le zinc, pour la production de l'électricité voltaïque. C'est à l'aide de lames de cuivre que l'on précipite certains métaux. Lorsqu'il est recuit il devient flexible, et se façonne aisément en vases. Nous avons déjà parlé du cuivre en feuille servant à envelopper des tubes de verre pour augmenter l'intensité de la chaleur et la répandre plus uniformément sur toute la surface. On l'emploie souvent de la même manière, pour de plus petits tubes que l'on fait chauffer à la main, et dont l'extrémité est fermée. Le cuivre battu, c'est-à-dire réduit en feuilles très-minces, convient parfaitement pour observer les effets généraux que produisent les divers agens chimiques sur un métal extrêmement divisé.

1238. Le zinc, rendu malléable, n'est pas moins utile sous la forme de lame que sous celle de feuille. Ainsi préparé, c'est un puissant électro-moteur qui, soudé avec le cuivre, entre, comme nous l'avons déjà dit, dans la construction des appareils voltaïques. Avec ces deux métaux et quelques morceaux de drap, on forme en peu de temps un appareil de cette nature. On emploie aussi le zinc en lames pour opérer la précipitation des métaux. Le zinc en feuille, étant beaucoup plus mince, sert au même usage lorsqu'on n'a besoin que d'une petite quantité de métal, et a l'avantage d'être plus léger. Lorsqu'il sort du laminoir, il est toujours couvert d'une couche de matière grasse, qu'il faut enlever en le lavant avec un peu de savon ou d'alkali avant de l'employer aux expériences chimiques.

1239. Platine en feuille. Nous nous sommes déjà occupé des services que rend cette substance (181;

954, 963, 966). Dans toutes les expériences où l'on s'en sert pour recevoir d'autres substances exposées à de hautes températures, il faut éviter de le mettre en contact avec les métaux fusibles, ou leurs oxides, leurs sulfures, et autres composés, lorsqu'ils sont mêlés avec des matières charbonneuses, parce que le métal, s'alliant avec le platine, forme une combinaison fusible, qui attaque le vase, ou même le détruit. Le platine en feuille est un excellent électro-moteur. Un morceau de zinc et un morceau de feuille de platine, mis en contact dans une solution, en sépareront la plupart des métaux qui seront présens. Le métal adhèrera au platine, d'où il sera ensuite facile de le séparer. Nous avons déjà signalé (485, 979) un exemple à peu près semblable, fourni par le docteur Wollaston. Il n'est point difficile de plier un morceau de feuille de platine pour en former un vaisseau capable de retenir des liquides; et dans cet état il peut, au besoin, remplacer un creuset de même métal, et faciliter ainsi des analyses que l'on n'aurait pu faire sans cela.

---

§ VI et VII. *Moyens de transmettre la chaleur.*

1240—1241. A l'aide d'un corps métallique échauffé, l'on peut souvent transmettre la chaleur dans des situations où il serait impossible de l'appliquer autrement. Sir Everard Home, voulant coaguler le sang d'une tumeur anévrismale sans affecter les parties voisines, y parvint en enfonçant une aiguille, qu'il chauffa de l'extérieur. La chaleur qui fut conduite par ce moyen jusqu'à la masse du sang qui formait la tumeur suf-

fit pour le coaguler. On peut voir un exemple du même effet dans certaines lampes alimentées avec du beurre de cacao maintenu à l'état liquide par le contact d'une tige métallique, dont une partie se prolonge au-dessus de la flamme éloignée de quelques pouces du réservoir.

1242. Dans les opérations où l'on est obligé de chauffer un tube au moyen d'une lampe à esprit de vin, on peut porter commodément la chaleur sur différens points en mettant à profit le pouvoir conducteur des métaux. Nous avons déjà dit (1237) de quelle manière on peut, en enveloppant un tube dans une feuille de cuivre, rendre la température uniforme sur toute la partie inférieure. Lorsqu'on veut, au contraire, refroidir une certaine portion de la partie supérieure du tube, afin de mieux condenser les vapeurs sur ce point, on peut envelopper le tube d'une feuille de métal, qu'on place en contact avec un morceau de métal plus épais, ou que l'on refroidit avec du papier mouillé; car on peut humecter et refroidir sans danger le métal servant d'enveloppe, tandis que le verre se briserait si on le soumettait aux mêmes épreuves. Lorsqu'on veut refroidir rapidement une capsule métallique et son contenu, on peut la placer dans l'eau, ou sur le mercure de la cuve pneumatique : la chaleur se trouve alors rapidement absorbée. Lorsqu'on veut briser l'extrémité d'un tube dans lequel une substance a été soumise à la chaleur, pour pouvoir examiner plus commodément ce qu'il contient, il suffit, pour le refroidir et le briser au même instant, de le plonger dans le mercure de la cuve.

1243. On peut apprécier le pouvoir conducteur des différentes substances en les mettant en con-

tact avec la lèvre supérieure ou la partie de la joue qui est la plus voisine de la bouche. Ces parties sont très-sensibles au changement de la température; et comme les meilleurs conducteurs de la chaleur sont aussi ceux qui absorbent le plus de chaleur dans un temps donné, ils paraîtront naturellement les plus froids, si l'on suppose que leur température soit de plusieurs degrés au-dessous de la température de la peau. Une autre méthode consiste à les tenir avec les doigts par une de leurs extrémités pendant qu'on expose l'autre à l'action de la chaleur. On reconnaît ainsi facilement la différence qui existe entre les fils d'argent, de platine, et les différentes pierres.

§ VIII. *Observations sur les pouvoirs absorbans et réfléchissans des corps.*

1244. Les surfaces de métal polies reçoivent très-difficilement la chaleur par l'effet du rayonnement (c'est-à-dire par les émanations d'un corps chaud qui n'est pas en contact avec elles), et, lorsqu'elles sont échauffées, c'est avec autant de difficulté qu'elles répandent leur calorique dans l'espace, ou qu'elles le transmettent à d'autres corps, par cette même voie de rayonnement. Il résulte de là que lorsqu'un vase métallique est placé devant le feu, il n'en reçoit la chaleur que lentement; ou que, s'il est rempli d'une substance chaude et placé dans un endroit frais, il s'écoule beaucoup de temps avant qu'il ne soit refroidi par l'effet du simple rayonnement. Si au contraire la surface du vase est couverte d'une couche mince de noir de fumée, de

vernis, de papier, ou de toute autre substance non métallique, sa faculté d'absorber et d'émettre la chaleur est considérablement augmentée. Le vase placé devant le feu s'échauffe alors promptement, et ne tarde point à revenir ensuite à la température ordinaire par l'effet du rayonnement. Ces faits, qui sont consignés dans les traités de chimie les plus élémentaires, sont souvent susceptibles d'utiles applications. Lorsqu'on est obligé de placer un petit fourneau (143) assez près de la cuve pneumatique ou de tout autre appareil, pour qu'il soit à craindre qu'il les endommage par l'effet de la chaleur qu'il pourrait leur communiquer, il suffit d'interposer une feuille de fer-blanc brillante pour garantir le bois de tout accident (173). Mais comme les corps métalliques sont d'excellens conducteurs de la chaleur, cette espèce d'écran ne doit point être mise en contact avec la partie chaude du fourneau ; ou s'il est absolument nécessaire qu'il porte sur le fourneau, il faut intercepter le passage de la chaleur à l'aide d'un morceau de brique, de tuile ou de pierre.

1245. Lorsque l'on veut tenir pendant long-temps une substance très-chaude ou très-froide à la même température, il peut être avantageux de la placer dans un vase métallique dans lequel le rayonnement ou l'absorption de la chaleur se fasse très-difficilement par la surface. Il faut aussi s'opposer avec des cônes de papier (515, 1229), ou avec des enveloppes de flanelle, à ce que la substance n'ait pas immédiatement le contact de l'air, qui enlèverait ou communiquerait la chaleur par sa faculté conductrice. Au moyen d'une feuille de fer-blanc brillante on remplace souvent avec avantage les couvercles métalliques. Si, par exemple, on a besoin de maintenir chaude une partie du col

d'une cornue, afin d'empêcher les vapeurs de se condenser trop vite, on y parviendra souvent en employant une enveloppe de fer-blanc, tandis que l'application de la flanelle, du papier ou de tout autre moyen, serait plus incommode ou peut-être insuffisante.

1246. S'il arrive qu'en chauffant un vase sur une lampe chimique (189, 359) l'extérieur se noircisse par la fumée de la flamme, il faut enlever immédiatement la couche qui s'est formée, car son pouvoir rayonnant entraînerait une perte considérable de la chaleur communiquée par la lampe.

1247. Lorsqu'au lieu de chercher à conserver la température d'un corps, on a au contraire pour objet de l'élever ou de l'abaisser rapidement au degré de celle des corps environnans, il faut couvrir les vaisseaux avec une surface qui rayonne ou qui absorbe la chaleur avec facilité. Les vaisseaux métalliques tels que boîtes, tubes, et les enveloppes que l'on applique au col des cornues, etc., doivent alors être noircis ou revêtus d'un corps qui rayonne facilement.

§ IX. *Manière d'écrire sur le verre.*

1248. Lorsqu'on poursuit une expérience avec activité, et que divers flacons, cloches, verres, etc., contenant des préparations et des produits différens, ont besoin d'être étiquetés (1197), il faut, autant que possible, éviter de détourner sa pensée de l'opération. Par conséquent, il est souvent très-commode de pouvoir écrire sur le verre même avec une plume et de l'en-

cre ordinaire, en se réservant toutefois d'y substituer plus tard une étiquette plus régulière. On peut écrire très-distinctement sur le verre, pourvu qu'il soit parfaitement sec, et bien essuyé avec un linge propre, en ayant la précaution de ne le frotter sur la fin que lentement, afin d'enlever toute l'électricité que la rapidité du frottement aurait pu produire sur la surface d'un verre chaud et très-sec. La plume doit contenir de l'encre en abondance, être tenue presque perpendiculairement au verre; les lettres être larges et rapidement tracées. Ces inscriptions suffisent parfaitement pour distinguer, sur la cuve pneumatique, les cloches qui contiennent des gaz différens ou les flacons de gaz dont on peut avoir besoin.

1249. S'il est nécessaire que l'inscription reste pendant quelque temps et qu'elle résiste à l'action des vapeurs humides ou acides qui flottent constamment dans le laboratoire, il convient d'avoir une encre particulière qu'on prépare en délayant du vernis noir, tel que le noir de Brunswick, dans un volume égal d'huile de térébenthine, et de conserver ce mélange, ainsi qu'une plume particulière, dans une bouteille destinée à cet effet. Cette manière d'étiqueter est supérieure au papier et à l'encre quand il s'agit de marquer des flacons, cloches ou bouteilles de gaz qu'on tient dans des lieux humides et non aérés. L'écriture se sèche bientôt, et quoique pâle, elle reste très-distincte et très-lisible. Si ensuite on y passe un peu de noir de fumée avec du coton ou de l'étouppe, elle devient immédiatement aussi noire que si elle eût été tracée avec de l'encre ordinaire, et alors elle résiste longtemps au frottement d'un linge mouillé ou sec.

§ X. *Manière de percevoir les odeurs à l'aide d'un tube.*

1250. Certaines expériences exigent qu'on emploie tous les moyens possibles de savoir si une substance possède ou non quelque odeur; comme, par exemple, si l'ammoniaque réduite à une très-basse température affecte ou n'affecte point les nerfs olfactifs: dans ce cas il peut être très-utile d'employer de la manière suivante un tube de six ou sept pouces de longueur : on met l'extrémité inférieure dans le vase en contact avec la substance qui y est contenue; appliquant ensuite l'extrémité supérieure à l'une des narines, on bouche l'autre avec le doigt, et l'on respire l'air à travers le tube; cet air passera par la substance avant d'entrer dans la narine, et si cette substance a quelque odeur on ne peut manquer de s'en apercevoir. On peut examiner de cette manière les substances renfermées dans l'intérieur des vases ou au fond de tubes qui sont soumis à une très-basse température; mais lorsqu'on opère de la sorte il faut, avant de mettre le tube en contact avec la substance, le refroidir au même degré que la substance elle-même.

§ XI. *Gravure sur verre.*

1251. Graver sur verre est une expérience amusante, et qu'il est quelquefois utile de savoir mettre à exécution; nous croyons donc devoir en donner ici la description. Supposons que l'on veuille graver un dessin sur une plaque de verre le verre ordinaire est celui qui convient le mieux à cet effet), on

se procure un carreau de telle dimension, qu'on puisse y tracer un cercle assez large pour y renfermer le dessin qu'on se propose de graver. On le chauffe ensuite au-dessus d'une lampe à esprit de vin, d'un bain de sable, etc., et on l'enduit de cire jaune; elle se fond, se répand rapidement sur le verre chaud, et y laisse une couche uniforme; lors même que cette uniformité n'existerait plus lorsque la cire est refroidie, il suffirait à la rigueur qu'elle couvrît parfaitement la surface sur laquelle on veut graver. Il faut ensuite y tracer le dessin, au moyen d'une pointe aiguë, et faire en sorte que chaque trait pénètre jusqu'au verre. On peut pour cela se servir d'une pointe de canif, d'un fil d'archal, d'une alêne, etc.; et en lui donnant une forme convenable, on n'éprouvera aucune difficulté pour tracer dans la cire des lignes plus ou moins fines, suivant la position de la pointe de l'outil et la ligne qu'il décrira. Lorsque le dessin a été préalablement tracé à l'encre sur du papier, on peut très-facilement, en l'appliquant sur l'autre face du verre, le distinguer et en suivre les traits à travers la cire.

1252. On choisira une capsule à évaporation, de terre ou de métal (344, 1236), dont le diamètre soit plus grand que celui du dessin. On prendra du fluate de chaux dans la proportion de deux onces pour une capsule de deux pintes, et on le placera dans la capsule avec une quantité suffisante d'acide sulfurique concentré pour faire une pâte claire; les deux substances ayant été bien mélangées à l'aide d'une tige de fer, on placera le verre enduit de cire, le dessin en dessous, sur l'ouverture de la capsule, qu'on chauffera modérément au bain de sable. Cette légère chaleur, qui ne doit pas excéder 60 degrés centigrades, suffira pour produire

bientôt une vapeur abondante que l'on verra s'élever du mélange.

1253. Après avoir ainsi chauffé légèrement le vase, on le place dans une partie plus froide du bain de sable, où on le laisse pendant une demi-heure : on reconnaît que l'opération marche, en soulevant un peu le plateau que l'on veut graver, et regardant s'il s'élève de l'intérieur une vapeur visible. Au bout d'une demi-heure de réaction, on lave le plateau pour enlever l'acide, et on retire la cire avec la lame d'un couteau, ou de toute autre manière. Le verre est alors parfaitement gravé ; et si l'on veut faire ressortir davantage le dessin, il suffit de passer sur le plateau un petit tampon de coton, couvert de vermillon en poudre très-fine.

§ XII. *Manomètres.*

1254. Les manomètres au moyen desquels on mesure la pression de la vapeur des gaz liquéfiés (892) se font de la manière suivante : l'on étire des tubes capillaires (1079) de 8 à 12 pouces de longueur (578), allant progressivement en diminuant vers l'une de leurs extrémités, de manière qu'un certain volume de mercure occupe dans la partie la plus étroite un espace huit ou dix fois plus long que dans la partie la plus large. Il est bon de préparer une assez grande quantité de ces tubes, et de choisir ensuite les mieux calibrés.

1255. Pour diviser les tubes que l'on a choisis en espaces d'égale capacité, on plonge dans le mercure l'extrémité la plus large, et lorsqu'il y en est entré une certaine portion, on le place dans une position horizontale. On peut alors en inclinant le tube d'un côté

ou de l'autre, et au moyen de légères secousses, faire passer successivement le mercure dans toutes les parties. Arrivé dans la partie la plus étroite, on voit le mercure s'étendre sur une longueur considérable; il faut alors en laisser échapper une portion, et ne conserver dans le tube qu'une colonne d'un pouce, qui doit servir à donner les divers degrés de l'échelle. On la rapproche ensuite de l'autre extrémité, jusqu'à ce qu'elle soit parvenue au point où le calibre commence à s'élargir, mais assez peu pour que la colonne de mercure conserve presque entièrement sa longueur primitive. Arrivée à cette place, on marque avec de l'encre (1248) les deux extrémités de la colonne de mercure, et l'on obtient ainsi le premier degré de l'échelle. Il est aisé ensuite de marquer les autres divisions en faisant couler le mercure progressivement vers la partie la plus large du tube; et dès que l'extrémité de la colonne de mercure, du côté le plus étroit, est arrivée à la hauteur de la dernière marque tracée, on fait une marque à l'autre extrémité, qui devient à son tour le point de départ d'un nouveau degré.

1256. En procédant de la partie étroite du tube à la partie la plus large, la colonne de mercure diminue de longueur, et augmente en diamètre. Aussitôt que cette longueur est au-dessous d'un demi-pouce, il ne faut plus s'en servir pour diviser la portion du tube large; mais il faut ajouter au mercure dont on vient de se servir une nouvelle portion du même métal, jusqu'à ce que son volume soit égal à deux, trois, ou même quatre degrés. Cette nouvelle colonne servira alors pour diviser la partie la plus évasée du tube, seulement on tiendra note de la valeur de ces degrés sur un morceau de papier, sur lequel seront répétés les points tra-

cés sur le tube; ce qui est aisé à faire en plaçant l'instrument sur une feuille de papier, et y marquant exactement chaque nouveau degré au fur et à mesure qu'il aura été tracé sur le tube.

1257. De cette manière, le tube se trouvera divisé en un certain nombre de parties, ayant entre elles un rapport connu. Il faut ensuite chasser le mercure du tube, et n'en laisser qu'une quantité telle, qu'elle n'occupe qu'un tiers de pouce, ou tout au plus un demi-pouce, lorsqu'elle sera placée dans la partie la plus large, et laisser une distance de 20 ou 30 degrés entre l'index de mercure, et le premier degré tracé sur le tube. Il ne s'agit plus alors que de fermer à la lampe à esprit de vin l'extrémité étroite du tube un peu au-dessus du point où commence le premier degré. Cette opération doit être faite en ne chauffant qu'une très-petite portion du tube et de l'air intérieur, de manière à ce que sa capacité n'éprouve pas de variation sensible. On peut même la conserver exactement en fermant d'abord le tube un peu au-dessus de la première division, puis continuant à le chauffer jusqu'à ce que le verre se ramollisse et retombe sur lui-même, de façon à produire un tube plein, qui se terminera précisément à l'extrémité du premier degré. Supposons que la capacité du tube se trouve ainsi augmentée d'un vingtième de degré, cette augmentation ne formerait qu'un quatre ou un six-centième de la totalité de l'air contenu dans le tube, ce qui ne serait d'aucune conséquence; mais ce qui est très-essentiel, c'est que le tube soit ensuite fermé précisément à l'endroit où commence le *premier* degré, afin que les divisions soient parfaitement dans le même rapport.

1258. La dernière opération consiste à ramollir le

verre à la distance d'environ un pouce au-delà de la colonne de mercure, et à l'étirer (1071) en ne laissant à l'extrémité qu'une petite ouverture pour servir de passage à l'air qui doit presser sur le métal.

1269. On introduit ces manomètres dans les tubes dans lesquels on effectue la compression des gaz (892). Ils devront, dans ce cas, être plus longs que ceux employés ordinairement à cette opération; ils devront aussi être courbés deux fois au lieu d'une; c'est-à-dire présenter trois lignes droites, séparées par deux angles; on placera le manomètre dans une des branches. Si, au bout d'un certain temps, les lignes qui marquent les degrés sur le manomètre venaient à disparaître, on pourrait les retrouver en ayant recours à l'échelle tracée sur le papier: il suffirait de faire correspondre les deux extrémités de celle-ci avec les deux extrémités du manomètre. On pourra ainsi retrouver avec une exactitude suffisante le degré de pression qui aurait été indiqué dans une expérience.

On calcule la pression comme avec les autres manomètres. Si le tube marque trente degrés entre le mercure et le bout fermé, et que dans le cours de l'expérience le mercure monte au quinzième, alors la pression exercée sera égale à deux atmosphères; s'il arrive au troisième degré, la pression sera égale à dix atmosphères; s'il s'élève jusqu'au premier degré, la pression sera égale à trente atmosphères. En conséquence de la grande longueur du premier degré, il est aisé avec ce manomètre de calculer la pression jusqu'au-delà de cent atmosphères, en considérant comme exacte la loi de Mariotte, appuyée par les dernières expériences d'Oersted. Quoique le verre de ces manomètres soit très-mince, ils ne sont pas exposés à éclater, car ils

sont soumis à une pression égale à l'intérieur et à l'extérieur; et, par la même raison, on n'a à craindre aucune inexactitude résultante de l'inégalité dans la pression.

1260. Ces manomètres sont également utiles pour répéter les expériences de M. Cagniard de la Tour, et en général, pour toutes celles où les gaz ou les vapeurs sont soumis à une pression quelconque, soit par des moyens chimiques, soit par des moyens mécaniques.

---

§ XIII. *Écrans et masques pour les yeux et la figure.*

1261. C'est une imprudence impardonnable de négliger les moyens de garantir sa figure, lorsque dans quelques expériences on a à opérer sur des substances sujettes à détonner avec violence, telles que le chlorure d'azote, ou les gaz soumis à une haute pression dans des vases de verre; il faut, dans toutes ces circonstances, se servir d'un masque. On en fait d'excellens avec un tissu métallique très-fin. On en coupe un morceau suffisamment large pour couvrir tout le visage, et on l'attache à un ressort élastique qui passe autour de la tête, et le retient à sa place. Ce masque est flexible; il n'est point sujet aux mêmes inconvéniens que les masques de verre, qui se brisent, et qui s'obscurcissent par la condensation de l'haleine. Mais il offre quelques inconvéniens dans les expériences qui demandent à être examinées de très-près, à cause de l'obstacle qu'oppose le tissu à la netteté de la vue, il n'empêche point non plus de respirer les gaz délétères, et il ne peut défendre la figure dans les expériences où l'on est exposé à être

atteint par des liquides corrosifs; par exemple, lorsque l'on traite le chlorure d'azote par les acides.

1262. On fait d'excellens masques en cristal, ou même en verre commun, en doublant la partie qui couvre les yeux avec une feuille de mica; on fixe à la partie supérieure un morceau de bois courbé, et des cordons pour le lier autour de la tête. Si le verre vient à se briser par l'effet d'une explosion violente, le mica, plus flexible, ne sera probablement pas endommagé, et empêchera ainsi que les yeux et la figure ne soient blessés. Le mica seul ne conviendrait pas bien, car il est très-rare de trouver des morceaux de ce minéral qui soient en même-temps assez épais pour résister et assez transparens pour transmettre la lumière sans aucune altération. Le mica est d'ailleurs sujet à se rayer lorsque rien ne le garantit. Un masque de verre et de mica n'a pas besoin de descendre plus bas que les yeux; le reste de la figure peut être garanti avec ~~un masque~~ de tissu métallique; on évitera, par ce moyen, l'inconvénient résultant de la condensation de l'haleine.

1263. Il suffit fort souvent de se munir d'une paire de lunettes ayant quatre verres, deux de côté, et deux sur les yeux, pourvu que les verres soient plus grands et plus épais que les verres ordinaires. Ces lunettes doivent s'appliquer exactement de manière à ne laisser aucune ouverture.

§ XIV. *Procédé pour étamer le verre.*

1264. Le verre étamé est souvent nécessaire aux expériences sur la lumière; et il est facile de s'en procurer dans un laboratoire de la manière suivante. Après avoir choisi un disque de verre de dimensions convenables

(1234), on coupe de la même grandeur une feuille d'étain mince et sans trous, on l'étend sur plusieurs doubles de papier à filtre (201). On verse ensuite sur l'étain une petite portion de mercure que l'on étend bien également avec une patte de lièvre, ou un tampon de coton légèrement enduit de suif, jusqu'à ce que l'amalgame ait lieu; on ajoute alors du mercure, de manière à ce qu'il soit en quantité suffisante pour flotter sur toutes les parties de la feuille d'étain. On place sur l'amalgame une feuille de papier à lettre; puis, posant la glace elle-même sur la feuille de papier, on presse sur la glace assez fortement pour la maintenir en place, mais pas assez pourtant pour empêcher de retirer la feuille de papier, qui se trouve ainsi entre le verre et l'étain. A mesure que l'on retire le papier, il entraîne avec lui tout l'air qui se trouvait entre la glace et le métal, ce qui établit entre eux un contact parfait. Le mercure est ordinairement en excès, mais il est aisé de le faire couler, en plaçant, pendant quelques jours, la glace sur le côté, dans une position verticale, ou en la mettant à plat entre deux planches légèrement inclinées, que l'on charge d'un poids.

1265. Le mercure dont on se sert pour étamer ne doit contenir aucun métal étranger; celui qui aura coulé de dessous la glace devra être gardé à part, et ne pourra servir qu'après avoir été purifié (1174); car il contient toujours un peu d'étain.

§ XV. *Phosphorescence.*

1266. Il est beaucoup de substances qui, à l'aide du calorique, deviennent plus ou moins lumineuses; mais presque toujours la lumière produite est si faible, qu'il

faut les circonstances les plus favorables pour la rendre apparente. Une excellente méthode pour produire cet effet consiste à chauffer une plaque de fer épaisse jusqu'à une température presque rouge, à la placer sur une brique dans un lieu sombre, et à y projeter les substances que l'on veut essayer. Il est bon de chauffer une partie de la plaque plus que l'autre, de manière à ce que l'une soit visiblement rouge, et que l'autre ne le soit point. On peut alors faire des expériences avec la même substance sur les deux parties. Il est des substances qui émettent si peu de lumière, qu'elle n'est point apparente sur la partie rouge, mais susceptible cependant d'être aperçue sur la partie plus sombre, parce qu'alors elle n'est pas éclipsée par la lumière émise par la plaque.

1267. La substance doit être réduite en poudre à différens degrés de grosseur, afin de pouvoir varier les essais. Quelquefois les gros grains réussissent seuls, et alors on aperçoit sur la partie de la plaque chauffée au rouge-brun une légère phosphorescence. Souvent même l'on emploie un fragment entier, et comme la totalité n'atteint pas au même instant le même degré de température, on aperçoit une faible lumière qui parcourt successivement toutes les parties, à mesure qu'elles acquièrent la température nécessaire.

1268. Il vaut beaucoup mieux mettre sur-le-champ la substance sur un corps chaud, où elle puisse recevoir immédiatement le degré de chaleur dont elle a besoin, que de la placer, soit sur une feuille de platine, soit dans un creuset, et de les chauffer ensemble. L'opération serait plus longue, puisque la masse que l'on aurait à chauffer serait plus considérable, et il en résulterait d'ailleurs un autre inconvénient plus grave; c'est que l'œil

s'accoutumerait tellement à l'augmentation successive de la lumière, qu'il ne pourrait plus distinguer l'effet dû à la phosphorescence. Il faut éviter de fixer auparavant les yeux sur des corps lumineux ; il faut mieux, au contraire, rester dans l'ombre, parce qu'alors ils sont plus sensibles à l'impression de la lumière.

1269. Le docteur Brewster, en rendant compte des expériences par lesquelles il a découvert la propriété phosphorescente dans un nombre de corps quatre fois plus grand que celui que l'on connaissait avant lui, s'exprime ainsi : « Je n'ai jamais pulvérisé le corps sur » lequel j'opérais ; mais, au contraire, j'en ai toujours » placé un fragment sur une plaque de fer épaisse, que » je portais dans une chambre obscure. Lorsque par » ce moyen je ne réussissais pas à rendre la phospho- » rescence bien apparente, je prenais un canon de pisto- » let, j'en bouchais la lumière, j'introduisais le minéral » dans l'intérieur, et je mettais la culasse dans le feu : la » phosphorescence devenait visible avant que la tempé- » rature ne fût élevée au rouge. Quelquefois je regardais » au travers d'un verre, afin de préserver mon œil de » l'influence de l'air chaud ; d'autres fois je me servais » d'une petite lorgnette, que j'avais ajustée d'avance » dans le canon même. Il m'est arrivé aussi de n'in- » troduire le minéral dans le canon qu'après qu'il était » retiré du feu, et que la chaleur rouge était entière- » ment dissipée (1). »

§ XVI. *Milieux au travers desquels on peut observer la direction des rayons lumineux.*

1270. Si l'on fait bouillir du charbon animal dans

(1) Edinburgh Philosophical Journal, i, 385.

de l'alcohol, qu'on le laisse refroidir, et qu'on le filtre après l'avoir agité, il passera au travers du filtre, en même temps que le liquide, une certaine quantité de matière solide, tellement divisée, qu'après plusieurs semaines elle sera encore retenue en suspension. Sa présence ne se fait point remarquer par une teinte noire, ainsi qu'on pourrait le présumer, mais seulement par un reflet particulier qui se manifeste sur les bords du vase, et surtout par une teinte opalescente. Lorsque l'on fait passer un rayon lumineux à travers le liquide, les petites particules solides sont éclairées de la manière la plus brillante; et l'on produit les effets de lumière les plus agréables et les plus étonnans, lorsqu'on emploie les rayons lumineux concentrés au moyen d'une lentille, ou décomposés par le prisme.

1271. Une dissolution de quinine dans l'alcohol, précipitée par l'eau, ou une dissolution de sulfate, ou de tout autre sel de la même base, précipitée par un alkali, fournit un liquide qui agit de la même manière sur la lumière. Il n'en faut qu'une très-petite portion pour donner à une très-grande quantité d'eau les propriétés dont nous venons de parler. Ces liquides, ainsi préparés, peuvent être d'une grande utilité pour observer et reconnaître la direction des rayons lumineux.

§ XVII. *Emploi des rayons solaires.*

1272. On s'est assez fréquemment servi des rayons du soleil, concentrés au foyer d'une lentille, pour échauffer certains corps placés dans l'intérieur d'un vase de

verre, et auxquels la chaleur ne pouvait être appliquée par d'autres procédés. C'est ainsi que les académiciens de Florence, et après eux (1) sir Humphry Davy, ont brûlé le diamant dans le gaz oxigène.

1273. Les changemens chimiques qu'ils opèrent sur les corps soumis à leur influence sont si différens des effets produits par les autres agens, que leur usage est d'une haute importance dans le laboratoire; il est à regretter que les chimistes, en général, ne fassent pas d'expériences sur les corps qui n'ont point encore été soumis à leur influence. L'acide chloro-carbonique (2) est toujours un produit de leur influence; de même que l'hydriodure de carbone, il n'est pas de meilleur moyen de produire avec facilité le chlorure de carbone. C'est à l'aide de ces rayons que le chlore peut décomposer l'eau, ce qui ne peut avoir lieu qu'avec beaucoup de difficultés sans leur secours. Lorsque nous avons tant de preuves évidentes d'une action particulière, il n'y a pas de raison pour ne pas espérer que la lumière solaire ne produise des effets tout-à-fait indépendans du calorique, et donne lieu à des résultats nouveaux lorsqu'on la fera agir sur les corps solides mis en contact avec des gaz, des vapeurs, et même des liquides.

§ XVIII. *Magnétisme.*

1274. Quoiqu'on puisse penser que ce qui tient au magnétisme soit hors du domaine de la chimie, le chi-

(1) Lavoisier et autres Français.

(2) Gaz acide chloro-carbonique de M. Thenard.

miste doit cependant connaître les principales propriétés de ce fluide, à cause de son développement extraordinaire par l'électricité, et de sa présence non moins extraordinaire dans quelques métaux. Nous ne parlerons ici que de l'emploi de l'aiguille aimantée pour découvrir la présence du fluide magnétique dans les minéraux ou dans les substances qui contiennent du fer, et de son développement dans les opérations électro-chimiques.

1275. Lorsqu'on se sert d'une aiguille aimantée ordinaire, il faut faire attention que le pivot sur lequel elle se meut soit extrêmement délicat, afin que son mouvement ne puisse être retardé par le frottement; il faut aussi que l'agathe, ou le morceau de cristal qui la supporte soit bien uni, pour la même raison. On juge si l'aiguille est suffisamment aimentée par la promptitude et la liberté avec laquelle elle oscille, quand par un moyen quelconque on lui fait changer de position. On peut aussi l'essayer en plongeant les pointes dans de la limaille de fer; le faisceau de limaille attiré doit être considérable, et si l'aiguille est bien aimantée, le milieu ne doit exercer aucune attraction sur les particules de fer.

1276. Lorsqu'on se sert de l'aiguille pour reconnaître la puissance magnétique d'un corps, d'un minerai de fer, par exemple, ou de tout autre, il faut lui laisser prendre l'état de repos, et approcher progressivement le corps de l'un des pôles : le mouvement de l'aiguille indiquera l'état magnétique du corps présenté, et l'on jugera de l'intensité de son action par la distance plus ou moins grande à laquelle la substance aura commencé à faire mouvoir l'aiguille.

Lorsque le magnétisme est très-faible, on peut

en rendre les effets plus évidens en s'y prenant de la manière suivante : supposons que la substance que l'on veut soumettre à l'expérience soit un morceau de minerai de fer, qu'on l'ait présenté au côté droit du pôle, et qu'il n'ait produit qu'une très-légère déviation de l'aiguille, si l'on retire le minerai, et qu'on laisse l'aiguille reprendre sa position, celle-ci, si elle est bien suspendue, dépassera le méridien magnétique, du côté gauche, d'une quantité à peu près égale à celle dont elle l'avait dépassé du côté droit, et ne regagnera son point de repos qu'après plusieurs oscillations. Au lieu de la laisser retourner naturellement à son point de repos, après qu'elle s'est portée au côté gauche, il faut, lorsqu'elle est au moment de retourner au côté droit, attirée par l'attraction de la terre, présenter de nouveau le morceau de fer du même côté, et joindre ainsi sa force attractive à la force que nous venons de citer, et la faire dévier à droite autant que possible. On retirera le minerai comme la première fois, et, lorsque l'aiguille aura passé au côté gauche, on le représentera de nouveau au moment où elle recommencera son mouvement rétrograde ; on répétera cette opération plusieurs fois, en favorisant toujours les oscillations de l'aiguille dans une même direction, par la puissance attractive du minerai. Cette opération est très-simple ; il ne s'agit que de rapprocher la main du pôle, et de l'en éloigner successivement en la reportant vers le côté droit : l'objet qu'on se propose étant de tenir le minerai aussi près que possible de l'aiguille, quand elle se meut de gauche à droite, et de la soustraire à son influence lorsqu'elle opère le mouvement inverse. De cette manière, on donne une nouvelle

impulsion à l'aiguille à chaque oscillation; elle se porte chaque fois plus à droite, et la déviation, qui d'abord était à peine sensible, devient de plus en plus marquée.

1277. Si c'était une action répulsive que l'on voulût rendre sensible, il faudrait faire suivre l'aiguille par le corps que l'on étudie au moment où elle s'éloigne de lui, et le retirer lorsqu'elle commence à revenir; mais dans ce cas il vaut mieux agir sur *l'autre* pôle par la force attractive de la substance; car alors aucune cause étrangère ne peut faire illusion lorsqu'on agit par attraction; et il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de la répulsion, l'effet observé pouvant être produit par le mouvement communiqué mécaniquement; au moyen de l'air, par le corps qui, en s'approchant, le chasse pour ainsi dire devant lui, en même temps que l'aiguille elle-même.

1278. M. Haüy nous apprend qu'au moyen de l'influence combinée de la terre et d'un barreau aimanté, on peut rendre l'aiguille aimantée beaucoup plus sensible, et découvrir par là la présence d'attractions magnétiques très-faibles. L'angle que forme une aiguille avec le méridien magnétique, et qui mesure sa déviation, s'accroît avec la puissance magnétique du corps soumis à l'essai, de sorte qu'elle est très-faible lorsque cet angle est très-petit, et qu'il est à son maximum lorsque l'angle est à 90°; mais cet accroissement suit une progression décroissante, de telle manière qu'il faut une force beaucoup plus considérable pour amener l'aiguille de 0° à 10°, que pour l'amener de 80° à 90°. Pour profiter de cette propriété, au lieu de laisser l'aiguille dans sa direction naturelle, on lui donne une direction perpendiculaire au méridien ma-

gnétique, ce qui s'obtient facilement à l'aide d'un barreau aimanté, dont on approche le pôle sud en regard du pôle du même nom de l'aiguille; on la dévie ainsi de la direction du méridien magnétique, et l'on peut, à l'aide de quelques tâtonnemens, la maintenir dans la position perpendiculaire. Cette position est la plus favorable pour découvrir un magnétisme faible, car tel corps qui ne dérangerait pas sensiblement l'aiguille de sa direction naturelle la fera, dans ce cas, changer tout-à-fait de position.

1279. Lorsque l'on veut soumettre un barreau de fer à l'épreuve de l'aiguille, il faut observer si ses deux extrémités attirent les deux pôles, et si dans certaines situations il ne se manifeste pas un mouvement de répulsion dans l'un d'eux. Cette répulsion serait la preuve que le fluide magnétique existe dans le fer, mais dans ce cas il faut le tenir dans une position horizontale, et perpendiculairement à la direction de l'aiguille, car dans toute autre position un barreau de fer doux qui ne serait point aimanté paraîtrait l'être, et avoir des pôles, en raison seulement de sa position relative avec la terre. Lorsqu'on le place dans un plan perpendiculaire à la direction de l'aiguille, il ne produit plus le même effet; mais hors de ce plan, l'extrémité inférieure agira comme pôle nord sur l'aiguille, et l'autre agira comme pôle sud. Quoique nous ayons avancé que le barreau placé ainsi que nous venons de le dire ne produit pas d'effet magnétique, cette assertion n'est pas exactement vraie; seulement le pouvoir est si faible, que l'effet en est à peine perceptible.

1280. On peut aussi examiner la propriété magnétique d'un barreau de fer, en l'approchant de la limaille de fer; s'il a des pôles, il attirera la limaille: mais cette épreuve n'est pas, à beaucoup près, aussi sûre ni aussi exacte que celle de l'aiguille. Le volume de limaille enlevé est toujours en proportion directe de la puissance attractive du barreau.

1281. Il est facile, au besoin, d'aimanter une aiguille à coudre ordinaire, et de se procurer ainsi une aiguille magnétique très-sensible; on la fait flotter sur l'eau, sur un petit morceau de liège, ou bien on la suspend à un fil de soie. Lorsqu'on adopte cette dernière méthode, il faut attacher à chaque bout du fil de soie deux petites boules de mastic ou ciment mou (1035), qui servent l'une à suspendre le fil à un endroit convenable, l'autre à fixer l'aiguille dans une position horizontale; on l'abandonne alors à elle-même. Bientôt elle prend sa position naturelle, et ainsi suspendue elle est plus sensible et obéit mieux à l'action du corps qu'on lui présente, qu'une aiguille tournant sur un pivot.

1282. On aimante aisément les aiguilles à l'aide d'un aimant ordinaire. Si l'on n'en a point à sa disposition, on peut aimanter fortement un barreau d'acier, par la méthode de M. Scoresby, qui consiste à placer le barreau dans la direction du méridien magnétique, parallèlement à l'aiguille, c'est-à-dire que l'une de ces extrémités soit à 24° nord-ouest, et placée, la pointe en bas, de manière à former un angle de 72° avec l'horizon. Tenant le barreau dans cette position, on appuie l'un des bouts sur une grosse barre de fer, placée dans la même direction, et l'on frappe sur

l'autre trois ou quatre fois avec un lourd marteau; le barreau se trouve ainsi suffisamment aimanté pour communiquer les mêmes propriétés à de petites aiguilles.

SECTION XXIV.

§ I. *Cours d'expériences instructives.*

L'ÉTUDIANT en chimie ne doit pas espérer, quand il aura lu ce livre, d'avoir terminé tout-à-fait son instruction, et d'être capable d'exécuter les divers procédés qu'il y trouvera indiqués; on n'acquiert pas à si peu de frais l'art d'opérer. C'est seulement en s'exerçant beaucoup que l'on peut arriver à opérer avec facilité; il en est de cela comme de toute occupation manuelle. Nous n'avons écrit cette section qu'afin d'indiquer les moyens d'acquérir cette pratique si nécessaire. On y trouvera la description d'un certain nombre d'expériences isolées, ou de suite d'expériences. En les répétant, l'élève acquerra d'abord beaucoup de facilité, et s'instruira en même temps sur plusieurs points importans de la chimie; il apprendra l'application et l'utilité des ressources que nous avons indiquées, de manière à pouvoir en faire usage lorsque dans la suite il voudra se livrer à des recherches nouvelles. Toutes les expériences sont accompagnées de notes qui renvoient aux explications déjà données sur le même sujet, afin que l'on puisse y recourir lorsqu'on en aura besoin : ainsi, ayant sous les yeux la manière de manipuler, on pourra faire l'expérience avec plus d'exactitude et avec plus de succès.

§ II. *Balance, poids, etc.*

1. Observez d'abord attentivement votre balance (37) à vide, et ensuite chargée d'un poids égal au quart, puis à la moitié de ce qu'elle peut peser (38), examinez la facilité plus ou moins grande de ses oscillations. Remarquez s'il existe quelque différence dans l'oscillation, quand les bassins sont vides et quand ils sont chargés.

2. Mettez dans la balance tout le poids qu'elle est destinée à peser, examinez si elle demeure stationnaire ou non; si elle est paresseuse (38), enlevez peu à peu des poids, afin de reconnaître sous quel poids elle commence à osciller difficilement.

3. Vérifiez vos poids les uns par les autres, et (43) de différentes manières.

4. Examinez les vieux poids qui appartiennent à la balance, en les comparant avec des poids neufs de l'exactitude desquels vous serez sûr (43); afin de ne pas commettre d'erreur, mettez tous vos poids à essayer d'un côté, et tous ceux essayés de l'autre.

5. Mettez dans l'un et l'autre bassin de la balance un poids égal à la moitié de la charge totale qu'elle peut peser (29); lorsque le balancier est en équilibre, changez les poids de bassin, et observez si le fléau reprend sa position d'équilibre (42, 52.)

6. Pesez ensemble deux fragmens d'un corps solide (45, 49), à un centième de grain près; pesez-les ensuite séparément, et voyez si la somme de leurs poids égale le premier poids trouvé.

7. Etablissez l'équilibre entre deux morceaux de papier à écrire placés dans la balance (53). Mettez successivement ces deux morceaux de papier dans le même

bassin; pesez 300 grains de sable dans chacun (54, 52), et assurez-vous si les portions pesées font la tare l'une de l'autre.

8. Faites la tare d'un morceau de papier à lettre bien uni (53); pesez dans le papier 50 grains de magnésie (54); ôtez la magnésie, et assurez-vous si la portion qui est restée adhérente au papier le rend sensiblement plus pesant. Faites la même expérience avec une poudre fine et pesante, telle que du carbonate de baryte; de cette manière, vous acquerrez une idée de la quantité de poudre qui peut rester adhérente au papier.

9. Pesez 49, 7 grains de carbonate de chaux pulvérisé (53, 54); pesez-en une seconde portion, égale aussi à 49, 7 grains; réunissez-les, et voyez s'ils pèsent ensemble exactement 99, 4 grains; dans le cas contraire, examinez si la quantité qui manque se trouve sur le papier, ou quelle peut être la cause de cette différence dans le résultat.

10. Pesez un morceau de verre ou de métal d'environ 4 ou 500 grains (45); refroidissez-le bien (421, 1235); tenez-le pendant quelques minutes dans un vase, où il y aura un peu d'eau, sans toutefois le laisser toucher au liquide; assurez-vous ensuite si le poids du corps refroidi a été augmenté par l'humidité condensée sur sa surface.

11. Faites la tare d'un creuset de platine froid (55); chauffez-le, mettez-le dans la balance dans cet état, et observez de combien le poids aura diminué (51).

12. Faites la tare d'un tube placé sur un support de liège (55, 58), versez dedans exactement 100 grains d'eau (60), en ayant grand soin qu'aucune portion ne soit répandue à l'extérieur.

13. Faites la tarre d'un verre (55), et pesez ensuite dedans 127 grains de mercure (117, 118).

14. Faites la tare d'une petite fiole supportée sur un anneau de liège (55, 58), pesez-y 150 grains d'acide sulfurique concentré (60), ajustez la pesée scrupuleusement à l'aide d'une baguette de verre (61).

15. Faites la tare d'une petite capsule à évaporation (55), pesez-y 30 grains de térébenthine de Venise (61); ajustez scrupuleusement la pesée avec un fil métallique ou une tige de verre.

16. Faites la tare d'un petit vase de verre (55), dans lequel vous pèserez 300 grains d'eau (60); faites entrer en fusion du chlorure de calcium dans un creuset de Hesse, pour faire évaporer toute l'eau qu'il contient (608, 633, 634), versez-le sur une pierre ou sur une plaque de métal: aussitôt qu'il sera solide cassez-le en morceaux, et avant qu'il n'ait eu le temps d'absorber l'humidité de l'air (63), jetez-en dans l'eau deux ou trois fragmens, pesant ensemble plus de 100 grains. Assurez-vous de l'augmentation du poids; agitez alors soigneusement la dissolution avec un tube de verre plein, jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement homogène (477); transvasez-en une certaine portion (60, 62), de manière à ce qu'il reste exactement 100 grains de chlorure de calcium; c'est-à-dire que si vous avez ajouté 110 grains du chlorure, et que, par conséquent, la dissolution pèse 410 grains, vous en transvaserez la onzième partie, pour retirer dix grains de chlorure, de sorte qu'il en restera 100 pour l'analyse ou pour d'autres expériences.

17. Faites la tare d'un tube de verre vert, fermé à l'une de ses extrémités (55, 57); pesez dedans 60 grains

de muriate de baryte cristallisé à l'état sec (44); chauffez le tube, pour faire évaporer toute l'eau de cristallisation, et faire entrer le sel en fusion (669); lorsqu'il sera froid, pesez-le de nouveau, et examinez quelle sera la diminution occasionée par l'évaporation de l'eau (52). Sa perte devra être de 8, 71 grains. Recherchez alors, soit par l'échelle des équivalens (1209), soit par le calcul (1217), à combien de proportions d'eau correspond cette quantité.

18. Pesez deux ou trois portions d'un corps solide dans la balance de Black (100), ou dans une balance non éprouvée, en ayant soin de placer successivement le poids et la substance à peser du même côté. Pesez ensuite les mêmes substances dans une bonne balance, afin de (52) comparer les poids obtenus.

19. Faites la tare d'un flacon de verre (56), ou d'un tube (57) attaché par un fil métallique en dessous d'un des bassins de la balance.

20. Prenez la pesanteur spécifique d'un corps solide bien uni, tel qu'un morceau de cristal (71, 74). Prenez également la pesanteur spécifique d'un corps brut et anguleux, comme un morceau de zinc ou d'antimoine (74).

21. Assurez-vous de la pesanteur spécifique de l'alcohol, de l'éther, de l'acide sulfurique, et de l'eau (80), au moyen des flacons destinés à cet usage.

22. Faites un certain nombre de petits poids (103); assurez-vous de leur justesse en les comparant avec d'autres poids reconnus exacts (43).

23. Faites une balance de Black (100), et comparez ses résultats avec ceux donnés par une bonne balance (52, etc.).

24. Prenez la pesanteur spécifique de l'eau et de la

bière au moyen de l'aréomètre (91), et comparez les résultats avec ceux obtenus par le flacon et la balance (21).

§ III. *Mesures, mesurage, etc.*

25. Mesurez une pinte d'eau (107, 108), en évitant qu'il ne se forme des bulles d'air près de la graduation. Versez lentement le liquide dans la mesure, afin de pouvoir observer et terminer du premier coup la quantité précisément nécessaire.

26. Versez une certaine quantité d'eau dans un verre non gradué, ou dans un flacon, et mesurez-la (107, 108) ; versez ensuite du mercure dans le premier vase à la même hauteur (108), puis mesurez-le dans un vase gradué (105), afin de vérifier le premier résultat.

27. Faites la tare d'une mesure graduée (55); versez-y une certaine quantité d'eau distillée, quatre onces, par exemple, (105) ; pesez-la ensuite (58), et assurez-vous si le poids correspond à la mesure, c'est-à-dire 1750 grains, à la température de 62° de Fahrenheit (104). Jetez la première eau mesurée, mesurez la même quantité une seconde fois (107); voyez si le poids de la seconde quantité est le même que celui de la première, et, dans le cas contraire, quelle est la différence.

28. Mesurez un demi-pouce cube de mercure (108, 122), et vérifiez-en le poids (113).

29. Tirez une ligne sur la longueur d'un tube de verre (116). Faites, avec une lime, une ligne transversale (119); divisez un espace d'un pouce de long, d'abord en deux, ensuite en quatre, et enfin en huit parties

égales; ne vous fiez qu'à votre œil, et ne vous servez d'aucun instrument pour mesurer (136); assurez-vous si les divisions sont exactes, en y versant du mercure, que vous peserez ensuite (113).

30. Graduez un tube par dixièmes de pouce cube, en y pesant de l'eau (56, 114, 62, 113, 116, etc.).

31. Graduez un tube en centièmes de pouce cube, en y pesant du mercure (56, 113, 116, etc.).

§ IV. *Applications de la chaleur.*

32. Faites un fourneau avec un pot bleu (142, etc.); chauffez ensuite un creuset de terre (608), contenant de la craie (634), pour la convertir en chaux vive. Voyez si l'opération a bien réussi, en mettant un petit morceau de cette chaux dans l'eau, et en y ajoutant de l'acide muriatique : il ne devra point y avoir d'effervescence (341).

33. Fondez de la fonte de fer dans un creuset de Hesse (609) sur le même fourneau (143).

34. Chauffez du zinc dans un creuset de Hesse, sur le même fourneau (143), jusqu'à ce qu'il brûle librement lorsqu'on l'agitera en l'exposant à l'air.

35. Faites bouillir de l'eau sur le bain de sable (155), dans un flacon de Florence (355); observez la température de la vapeur (256, 262) ainsi que celle de l'eau; Jetez de la limaille de fer dans le flacon, et examinez de nouveau la température de la vapeur et de l'eau (408).

36. Mettez une once d'amidon dans une pinte d'eau froide, agitez, puis laissez reposer (521); décantez ensuite une petite portion du liquide, faites-la évaporer

jusqu'à siccité (563), et voyez si elle contient quelque résidu; chauffez ensuite le mélange d'eau et d'amidon (354, etc.), et vous verrez l'amidon se dissoudre; laissez reposer pendant 12 heures, décantez une portion du liquide (522), évaporez jusqu'à siccité (571) au bain-marie, couvert d'huile, et examinez combien il reste d'amidon, et dans quel état il se trouve.

37. Chauffez un peu d'amidon dans un tube (848, 866), à l'aide d'un bain métallique (242), jusqu'à 500° de Fahrenheit; laissez refroidir, puis versez de l'eau dessus, il se dissoudra sans le secours de la chaleur. En faisant évaporer la dissolution dans une capsule sur la lampe (562, 1891), vous obtiendrez les mêmes résultats que dans l'expérience précédente.

38. Faites évaporer jusqu'à siccité, sur un bain de vapeur (248, 251), une partie de dissolution d'amidon ci-dessus.

39. Faites évaporer jusqu'à siccité, sur la lampe (564, 189), un quart de pinte d'eau minérale: ajoutez une goutte d'eau au résidu, et reconnaissez s'il est alkalin par le moyen indiqué (591). Toutes les eaux provenant des puits profonds de Londres abandonnent des matières alkalines.

40. Chauffez un morceau de bois sur une feuille de platine (1239, 181) à la lampe à esprit de vin (176); observez l'odeur, la flamme, le résidu charboneux et sa combustion. Chauffez aussi de la même manière un morceau de fromage ou de colle de poisson; remarquez l'odeur fétide, ammoniacale, la flamme, la fusion, la différence entre le résidu charbonneux du bois et celui-ci, ainsi que la difficulté plus grande de l'incinération.

41. Chauffez à une très-haute température, dans un

creuset de platine (619), du sel commun, sur la lampe à esprit de vin (183, 631, 632).

42. Portez un fil de platine au plus haut degré de chaleur possible, au moyen de la lampe à esprit-de-vin, ou d'une chandelle (176, 210), et du chalumeau à bouche (196). Recommencez la même expérience sur une feuille de platine (181), en la tenant verticalement, et dirigeant la flamme sur le métal de haut en bas, et de bas en haut (211, 213); observez dans quelle situation vous obtiendrez la chaleur la plus intense (215).

43. Essayez de produire la fusion des extrémités d'un fil d'asbeste au moyen du chalumeau à bouche et d'une chandelle (196, 210, 212).

44. Faites fondre trente grains de bi-carbonate de soude dans un creuset de platine (1239) jusqu'à ce qu'il entre en fusion complète, et passe à l'état de carbonate de soude sec et liquide; servez-vous, dans cette expérience, du chalumeau à bouche et de la lampe à esprit de vin (213).

45. Faites fondre un globule d'étain sur du charbon (212), au moyen du chalumeau à bouche et d'une chandelle (207, 210); maintenez-le pendant une ou deux minutes à l'état brillant et métallique.

46. Chauffez, fondez et brûlez un petit fragment de fonte de fer sur un morceau de charbon (219), au moyen du chalumeau à bouche et d'une chandelle (211, 212).

47. Chauffez de la même manière un petit morceau d'antimoine, et aussitôt qu'il sera chaud retirez-le de la flamme, et continuez à alimenter la combustion par l'air du chalumeau; observez qu'il ne cessera de brûler que lorsqu'il sera presque entièrement consumé.

48. Chauffez un morceau d'antimoine comme nous

venons de le dire, laissez-le tomber de cinq ou six pieds de haut sur une feuille de papier, observez sa combustion brillante, et les traces d'oxide qu'il laissera sur le papier. Chauffez un autre morceau de la même substance, et lorsqu'il sera en pleine combustion, jetez-le d'une certaine distance contre la muraille; remarquez sa combustion dans l'air avant d'être divisé, et après.

49. Chauffez au rouge un petit creuset de platine (619), sur la lampe (213), à l'aide du chalumeau à bouche (215).

50. Faites une lampe à esprit de vin d'après la méthode de M. Phillips (185), et complétez l'appareil en faisant un chalumeau à l'aide d'un tube de verre (201).

51. Faites fondre du platine sur un morceau de charbon (219), au moyen du chalumeau à oxigène et de la lampe à esprit de vin (229). Brûlez un morceau de fonte de la même manière.

52. Comparez deux thermomètres à une haute et à une basse température (257, 262).

53. Faites refroidir un thermomètre dans de l'eau glacée (420, 421), essuyez-le promptement, et plongez-le sur-le-champ dans un vase plein d'eau à la température ordinaire; remarquez avec quelle vitesse il se met en équilibre de température. Recommencez l'expérience; mais au lieu de plonger le thermomètre dans l'eau à la température ordinaire, laissez le dans l'air qui surmonte l'eau, et observez combien il faut plus de temps au thermomètre pour prendre la température ambiante, que dans l'expérience précédente; vous apprendrez par là à connaître le temps nécessaire pour qu'un thermomètre prenne la véritable température des milieux dans lesquels on le plonge.

§ V. *Division des corps solides.*

54. Brisez une pierre à fusil, sur votre main couverte d'un gant ou entourée d'un linge. Brisez un petit galet sur une enclume (291).

55. Chauffez au rouge des pierres à fusil, projetez-les dans l'eau (308); réduisez-en ensuite une portion en poudre impalpable (298, 305).

56. Brisez un morceau de cristal dans un mortier (290); concassez-le en très-petits fragmens (296), réduisez-en une petite portion en poudre extrêmement fine (298, 305); placez ensuite un peu de cette poudre sur du papier de curcuma; mouillez-le un peu, et bientôt vous reconnaîtrez la présence de l'alkali (591) (1).

57. Réduisez en poudre impalpable quatre cents grains en poids de marbre blanc (304, 308); réduisez aussi en poudre très-fine deux cents grains en poids de muriate d'ammoniaque (294, 298); mélangez ces deux corps intimement (301, 101).

58. Mélangez intimement (302) des parties égales en poids de muriate d'ammoniaque et de chaux vive; l'ammoniaque se dégagera même à la température ordinaire (591, 593).

59. Pulvérisez du charbon de bois (308) pour les expériences (176, 183, 185).

60. Pulvérisez un minerai fragile, tel que du sulfure de cuivre ou de plomb, ou un oxide de fer natif (296, 298), et pesez-en cent grains (53) pour en faire l'analyse.

(1) Cette expérience est indiquée par M. Griffiths, Quart. Jour., t. XX, p. 259.

61. Avant de mettre en fusion le sel marin (exp. 41), pulvérisez-le (315), afin d'empêcher la décrépitation.

62. Pesez deux cents grains de marbre blanc en fragmens (45); réduisez-les en poudre fine (298, 305); réunissez le tout (310); pesez de nouveau (53); examinez la perte qui a eu lieu; elle doit être fort peu considérable.

63. Pulvérisez (308, 296, 298) et traitez par l'eau (319) un morceau de feld-spath ou d'ardoise, afin de le convertir en une poudre uniforme.

64. Triturez et lavez de la mine de platine (319, 324), afin de séparer les particules noires de celles qui sont brillantes et métalliques.

65. Faites dissoudre une pièce d'argent dans l'acide nitrique (347, 354); étendez d'eau la dissolution, et précipitez le métal (331), au moyen d'une lame de cuivre; vous obtiendrez une poudre extrêmement divisée.

66. Faites dissoudre le platine, lavé (exp. 64) dans l'acide nitro-muriatique (347, 356); précipitez la dissolution par le muriate d'ammoniaque (472); lavez et faites sécher le précipité (527, 510, 372); décomposez-en une partie, par l'application de la chaleur (634), dans un creuset de terre (608), afin d'obtenir le platine à l'état d'éponge (331). Reconnaissez son état de division et sa légèreté, en dirigeant dessus un jet d'hydrogène (769); quoique le platine soit parfaitement froid, il deviendra bientôt extrêmement chaud, et enflammera le gaz. La facilité plus ou moins grande avec laquelle cet effet se produira indiquera le degré de porosité de la masse de platine.

67. Préparez de la grenaille de zinc (327), afin d'en avoir toujours de prête pour la production du gaz hydrogène. Si la chaleur employée pour mettre le zinc en

fusion est modérée, les morceaux du métal seront plus épais que si la température est très-élevée. Choisissez donc, pour le granuler, l'instant où il est prêt à brûler; séchez-le (562); divisez-le dans un mortier (290, 296); conservez-le pour l'usage.

§ VI. *Dissolutions, digestions et infusions.*

68. Examinez la solubilité des cristaux de sulfate de potasse, de sulfate de soude, de borax et de sucre (336). Le premier n'est que difficilement soluble; observez les effets produits, et remarquez que ces mêmes effets ne se manifestent pas lorsqu'on plonge dans l'eau un corps insoluble.

69. Examinez le sublimé corrosif, sous le rapport de sa solubilité dans l'eau (336); faites ensuite dissoudre dans l'eau du sel commun ou du muriate d'ammoniaque. Examinez de nouveau la solubilité du sublimé corrosif (336); la différence, occasionée par l'introduction du sel sera très-considérable.

70. Faites, à froid, une dissolution de nitre saturée (349), en triturant le sel dans un mortier. Employez quatre onces de nitre cristallisé par pinte; faites dissoudre ce sel à l'aide de la chaleur (344, 345), et opérez la cristallisation comme il est expliqué dans l'expérience 129.

71. Faites dissoudre du sel commun dans de l'eau commune contenue dans un tube, afin de vous assurer que l'air s'est dégagé pendant la dissolution (341).

72. Mêlez, en quantités égales, dans un mortier, du sucre, de l'amidon, du marbre et du sable (302). Pre-

nez environ une once du mélange; dissolvez le sucre dans l'eau froide (343, 348); recueillez le résidu lavé (510) sans le sécher; mettez-le dans une capsule, et ajoutez de l'eau; chauffez à 100° (354); l'amidon se trouvera dissous, et par un lavage ou deux (525) on le séparera des parties insolubles; soumettez les deux corps restans à l'action de l'acide muriatique étendu, afin de dissoudre le carbonate de chaux (346, 378); enlevez-le par des lavages successifs (511, etc.), il ne restera plus que le sable : et l'on aura ainsi effectué la séparation des différentes parties du mélange.

73. Dissolvez du carbonate de baryte, pur et cristallisé, par l'acide muriatique concentré, dans une capsule à évaporation (365, 378); mettez un excès de carbonate, afin que la dissolution soit neutre (591); décantez, puis (369) ajoutez de nouvel acide, et continuez ainsi jusqu'à ce que le carbonate soit dissous en entier; filtrez la dissolution (508), et conservez-la dans une bouteille pour vous en servir au besoin.

74. Faites bouillir quelques morceaux de mastic dans un tube avec de l'alcohol (374), sous une certaine pression (87, 855). A cette dissolution ajoutez un peu plus d'alcohol, de manière à ce que la proportion de mastic soit de soixante-dix grains par demi-pinte, vous formerez un excellent vernis pour empêcher les dessins au crayon et au pastel de s'altérer par le frottement, ainsi que M. Hatchett l'a prouvé.

75. Pesez cent grains de marbre blanc bien pur et bien sec, concassé (45, 53); mettez-les dans un flacon (367, 402), avec quatre ou cinq onces d'eau. Mettez environ un tiers d'once d'acide muriatique concentré dans une éprouvette; ajoutez un volume d'eau égal à celui de l'acide; mélangez, puis faites la tare de

(55, 56) l'éprouvette et du flacon avec leur contenu, en les mettant tous les deux en même temps dans le même bassin. Cela fait, versez l'acide dans le flacon (369) sans vous servir d'entonnoir ni de tubes, etc., et sans perdre d'acide. Il n'est pas nécessaire de le transvaser en totalité, mais il est essentiel qu'il n'y en ait pas une goutte de perdue. Faites attention à l'effervescence, afin que le liquide ne déborde pas au-dessus du vase (368). Lorsque toute la substance solide sera dissoute, chassez le gaz acide carbonique, en soufflant de l'air au moyen d'un tube; pesez de nouveau les vases, et observez la perte qui est due à l'expulsion du gaz acide carbonique (52); elle devra être de quarante-quatre grains.

76. Dissolvez du sulfure de fer pulvérisé (298) dans l'acide nitro-muriatique (378, 382), sous un tuyau en forme d'entonnoir (363, etc.), afin que les vapeurs puissent être portées hors du laboratoire. Lorsque la dissolution sera complète, essayez-le par petites portions (371, 469), d'abord par l'ammoniaque, pour reconnaître la présence de l'oxide de fer, et ensuite par le muriate de baryte (exp. 73), pour reconnaître l'acide sulfurique qui s'est formé dans l'opération.

77. Après avoir observé le précipité d'oxide de fer obtenu de cette dissolution par l'ammoniaque, prenez-en une autre portion, versez-y de l'acide tartrique (381), et lorsque vous ajouterez de nouveau de l'ammoniaque, il ne se formera plus de précipité.

78. Mettez une dissolution de chromate de potasse dans un flacon; ajoutez-y de l'acide sulfurique, la couleur deviendra foncée et presque rouge; ajoutez alors un peu d'alcohol, et faites chauffer (383, 359), la couleur deviendra verte tout à coup; en examinant

les produits, on trouvera que l'acide chromique a perdu une portion de son oxigène, qu'il est passé à l'état d'oxide de chrome, qui a formé un sulfate avec l'acide ajouté.

79. Faites dissoudre de la chaux caustique dans un vaisseau fermé (346); faites évaporer un certain volume de la dissolution jusqu'à siccité (568), et prenez note de la quantité du résidu. Faites une dissolution semblable avec de l'eau qui contiendra la moitié de son poids de sucre blanc (381); prenez le même volume de cette dissolution qu'auparavant; faites évaporer jusqu'à siccité, et brûlez le sucre (619, 631) dans un creuset; assurez-vous du poids de la chaux, et observez de combien il surpasse la première quantité trouvée, en raison de ce que son degré de solubilité a été accru par son mélange avec le sucre.

80. Faites digérer du quinquina gris dans quatre fois son poids d'eau (344, 384); après que l'écorce aura infusé pendant quelque temps, décantez la portion claire (369), et aussitôt qu'elle sera froide, employez comme réactifs la teinture de noix de galle et le carbonate de potasse (470); le précipité sera plus ou moins considérable, en proportion de la quantité de cinchonine contenue dans l'écorce.

81. Faites une forte infusion (386) de noix de galle concassée; mettez-la dans un vase couvert (539), que vous laisserez de côté pendant un mois ou deux (1195); au bout de ce temps, vous trouverez dans le fond du vase une matière cristalline que vous pourrez recueillir (521), et purifier par des cristallisations répétées (536, 537): ce sera de l'acide gallique presque pur.

82. Versez de l'eau, ou une dissolution d'un vase dans un autre, au moyen d'un tube plein (369), sans

en répandre au-dehors. Versez de la même manière dans un verre gradué une once d'acide muriatique (107, 370), avec assez de précision pour que le liquide coïncide avec la marque du verre, du premier coup et sans tâtonnemens. Ajoutez cet acide soigneusement au carbonate de baryte, dont il a été question dans l'expérience 73, enlevez avec de l'eau la portion d'acide qui pouvait être restée dans la mesure (372). De cette manière, vous acquerrez la facilité de mesurer exactement et d'ajouter avec précision de petites quantités de liquide lorsque cela sera nécessaire.

§ VII. *Distillation, sublimation, etc.*

83. Distillez de l'eau commune dans un alambic de métal (391), ou dans une cornue de verre (395, 405); et condensez, s'il est nécessaire, toute la vapeur, soit dans un entonnoir entouré de papier ou de linge mouillé (432), soit dans un ballon d'une capacité suffisante (414). Servez-vous, pour chauffer votre alambic, d'une lampe (189, 359), d'air chaud (246), ou d'un feu de charbon de bois (143, 359).

84. Distillez une demi-pinte de vin dans une cornue de verre (432), jusqu'à réduction des trois quarts. Changez le récipient (433), lorsque vous aurez distillé environ un huitième, afin de garder à part le premier produit, qui est le plus fort et le plus pur. Introduisez dans la cornue quelques morceaux de feuille de platine, ou quelques morceaux de liège (408), afin de faciliter le dégagement de la vapeur. Servez-vous pour chauffer, de l'un des moyens indiqués dans l'article précédent.

85. Mettez du nitre et de l'acide sulfurique dans une cornue de verre (440), afin d'obtenir par la distillation de l'acide nitrique. Introduisez l'acide sulfurique avec précaution (403); chauffez au bain de sable (156), et condensez comme nous l'avons déjà dit (441).

86. Distillez dans une cornue de verre (430), du nitrate de plomb sec; chauffez dans un fourneau à réverbère (360); condensez les produits dans de petits flacons (428), des tubes (863), ou des bouteilles (428), bien secs, et plongés dans un mélange réfrigérant (424); vous obtiendrez, par la distillation, de l'acide nitreux à l'état liquide.

87. Rectifiez de l'acide sulfurique dans une cornue de verre (396, 406); chauffez au bain de sable (156), ou dans un fourneau à réverbère (143); servez-vous de petits morceaux de feuille de platine pour faciliter le dégagement de la vapeur (411); condensez-la dans un flacon (414), que vous placerez en plein air (447) sans qu'il soit besoin de le faire plonger dans la glace ou dans un mélange réfrigérant.

88. Mettez dans une cornue deux onces d'acétate de potasse (402), avec le même poids d'acide sulfurique concentré; distillez, et servez-vous pour récipient d'un flacon (413) contenant une once d'eau; chauffez la cornue à la lampe (189); refroidissez votre récipient dans une capsule pleine d'eau (414), vous obtiendrez une dissolution d'acide acétique pur.

89. Distillez de l'acide sulfureux de la manière déjà expliquée (415): chauffez la cornue à la lampe (189); refroidissez les petits tubes qui vous servent de récipiens (863), dans un mélange réfrigerant bien préparé (421), et enfin scellez-les (1090) hermétiquement.

90. Mettez du sel commun dans une cornue; ajoutez

peu à peu un poids égal d'acide sulfurique concentré, que vous aurez préalablement étendu d'un poids égal d'eau (440); vous obtiendrez, par la distillation, de l'acide muriatique. Chauffez au bain de sable ou à un petit feu de charbon (147); faites usage d'un tube de sûreté (443); recevez les produits dans des vases contenant un peu d'eau. Employez du muriate de baryte (470), comme réactif, afin de vous assurer s'il n'est point passé en même temps quelques portions d'acide sulfurique.

91. Distillez de la colle de poisson ou de la corne, ou même des morceaux de cuir, dans une petite cornue de verre lutée (453); chauffez dans un fourneau à réverbère (454); recevez les produits par portions successives; servez-vous de flacons de verre pour condensateurs (413); mettez-y d'abord un peu d'eau, afin de dissoudre le gaz ammoniacal qui se formé. Observez attentivement la production de l'eau, de l'ammoniaque, du gaz, du goudron, et de l'huile empyreumatique; chauffez la cornue jusqu'au rouge (454), de manière à ce que, lorsqu'elle sera refroidie, vous trouviez dedans, en la brisant, le charbon bien formé. Examinez ce nouveau produit, son apparence, son état spongieux, son éclat, sa grande dureté, etc., et la difficulté avec laquelle il s'incinère (131).

92. Prenez du zinc en poudre fine (exp. 67), et mettez-le avec trois fois son poids de marbre en poudre (298); chauffez le mélange dans une cornue de fer (457) ou de terre (455), afin d'obtenir du gaz oxide de carbone (exp. 209); il faudra chauffer jusqu'au rouge-brun, soit dans un fourneau ordinaire (458), soit dans un fourneau à réverbère, suivant la grandeur de la cornue (454). Si l'on enflamme le gaz au sortir du bec

de la cornue, il brûlera avec une belle flamme bleue.

93. Préparez du phosphore, suivant le procédé indiqué dans les ouvrages élémentaires; ou faites du chlorure d'antimoine, par la distillation, dans des cornues de verre (453, 454).

94. Mettez de l'éther dans un tube; fermez-en l'ouverture avec le doigt (723, 87); chauffez l'éther jusqu'à ce qu'il soit prêt à bouillir (855, 856); éloignez-le du feu; ôtez le doigt pour que l'ébullition ait lieu; laissez ensuite la température s'abaisser jusqu'à ce que l'ébullition cesse; jetez dans le tube un petit copeau de bois sec (411), et remarquez avec quelle force l'ébullition recommencera tout à coup.

95. Préparez un mélange réfrigérant de glace et de sel(421); mettez-le dans un verre, et assurez-vous s'il est à la température qu'il doit avoir, c'est-à-dire à —17°,7 (262); mettez un peu d'eau dans un tube de verre mince (848), avec lequel vous agiterez le mélange (421, 424). L'eau se congèlera, et passera à l'état solide dans deux ou trois minutes.

96. Mettez un peu d'arsenic dans un tube (459, 848); chauffez-le à la lampe à esprit-de-vin (176); faites volatiliser le métal, de manière à ce qu'il forme à volonté des couches métalliques brillantes, ou des cristaux confus (869); observez la température à laquelle il a commencé à se volatiliser, et la rapidité avec laquelle il se condense sur les parties plus ou moins chauffées; faites-le se volatiliser et se condenser à volonté à la partie supérieure ou inférieure du tube (870).

97. Introduisez de la naphtaline dans un ballon (459); chauffez-la au bain de sable (153); laissez-la se sublimer doucement, et fermez l'ouverture du vase avec du papier (1149). Lorsque vous en aurez fait vo-

latiliser une quantité suffisante, éloignez avec précaution le vase du feu, jusqu'à ce qu'il soit refroidi; détachez alors les cristaux, et examinez la beauté de leur forme.

98. Faites volatiliser de l'iode de la même manière (459), tantôt promptement, tantôt lentement; observez la beauté du sublimé obtenu dans ce dernier cas.

99. Mettez une petite portion de calomel dans un flacon de Florence (459); faites-le se sublimer en chauffant presqu'au rouge le fond du vase sur le bain de sable (461, 153). Aussitôt que la volatilisation a eu lieu, laissez refroidir le vase; coupez-le au moyen d'un anneau de fer (1009), et examinez le sublimé.

100. Faites volatiliser un peu d'indigo d'après le procédé indiqué (463); vous obtiendrez des cristaux fort petits, mais fort beaux.

101. Prenez le mélange indiqué dans l'expérience 57; mettez-le dans une cornue, et faites-le sublimer au bain de sable ou à la lampe (359); inclinez un peu la cornue, faites-en passer le col à travers un bouchon (432), dans un récipient refroidi (459), ou dans un tube large que vous pourrez refroidir soit par le contact de l'air (461), soit par l'application de l'eau s'il est nécessaire (434); et vous obtiendrez du carbonate d'ammoniaque.

§ VIII. *Des précipités.*

102. Neutralisez la dissolution obtenue par l'exp. 75 avec l'ammoniaque (595); ajoutez un léger excès d'alkali, puis du carbonate d'ammoniaque, jusqu'à ce que

toute la chaux soit précipitée (476); jetez le précipité sur un filtre (483); lavez-le (525); faites-le sécher (526, 572); pesez-le; il devra peser exactement cent grains, c'est-à-dire la quantité que vous avez dissoute en premier lieu.

103. Choisissez un marbre ou une pierre de liais; pulvérisez-le (298); pesez-en une certaine quantité (53); versez dessus de l'acide muriatique ou de l'acide acétique, à la température ordinaire (349), jusqu'à ce qu'il n'y ait plus effervescence; lavez (525), conservez la dissolution, ainsi que la portion insoluble; faites sécher celle-ci (572), et pesez-la (55, 45). Précipitez la dissolution par l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque (483), comme ci-dessus; le précipité sera du carbonate de chaux; lavez-le (525); faites-le sécher et pesez-le (55, 546, etc.) : la quantité de ce précipité sera précisément la même que la quantité de carbonate de chaux contenu dans la pierre; et si vous l'ajoutez à la quantité du résidu, vous devrez avoir le poids total de la pierre que vous aurez ainsi analysée.

104. Précipitez une portion de muriate de baryte, en dissolution, par du sulfate de soude (472, 476, 481); lavez bien le précipité (500); faites-le sécher, et chauffez-le au rouge dans un creuset de platine.

105. Pesez cinquante grains (44) de muriate de baryte cristallisé; faites-le dissoudre dans l'eau distillée (343); précipitez l'acide par le nitrate d'argent (476, 480), après avoir isolé la matière soluble de la matière insoluble, par des lavages successifs (525); faites sécher (573), et pesez cette matière insoluble qui est un chlorure d'argent; il devra peser 58, 87 grains (1209). Continuez alors à précipiter la portion soluble par le

sulfate de soude (476, 481), vous obtiendrez du sulfate de baryte; lavez (525, 528); faites sécher, et chauffez ce sel jusqu'au rouge (631); pesez-le (44, 646): vous devrez trouver 47, 42 grains (1209).

106. Faites dissoudre une pièce d'argent (346, 354); précipitez l'argent en ajoutant une dissolution de muriate de soude (476, 480); lavez et faites sécher le chlorure d'argent pur que vous aurez ainsi obtenu, et servez-vous-en comme il sera dit ci-après (exp. 182), pour la préparation de l'argent pur (107).

107. Précipitez les muriates d'une eau minérale, en y versant une dissolution de nitrate d'argent (480, 477); lavez, séchez et pesez le précipité (44, 55); cherchez la quantité d'acide muriatique existant dans une quantité donnée de cette eau, en consultant l'échelle des équivalens (1209).

108. Prenez une certaine quantité de la dissolution ferrugineuse, indiquée exp. 76, ou de toute autre de la même base; précipitez l'oxide de fer par l'ammoniaque (472, 595); lavez, séchez, chauffez au rouge (634), et pesez l'oxide obtenu. Si le fer existant dans la dissolution n'était pas à l'état de péroxide, il faudrait l'y faire passer (882), au moyen d'un peu d'acide nitrique et de la chaleur.

109. Prenez une petite quantité de la même dissolution ferrugineuse; précipitez l'oxide de fer par une dissolution d'hydro-ferro-cyanate de potasse (472, 482), vous obtiendrez un précipité bleu que vous devrez soumettre à des lavages répétés (525). Tant qu'il existera beaucoup de matière soluble, vous séparerez facilement l'eau des lavages du précipité (482); mais aussitôt que la matière soluble commencera à s'épuiser, l'eau atta-

quera le précipité bleu. Remarquez attentivement le moment où ce phénomène commencera à se manifester, et ajoutez alors un peu d'acide muriatique concentré (528); le bleu de Prusse se séparera de nouveau, complètement, et l'eau des lavages sera presque incolore.

110. Faites dissoudre dans l'eau cent grains de sulfate de cuivre cristallisé (349); plongez dans la dissolution une lame de fer, que vous aurez d'abord bien décapée; vous précipiterez le cuivre à l'état métallique (484); lorsque l'opération sera finie, vous recueillerez le précipité, vous le laverez, le sécherez, et le pèserez (525, 573, 44); il devra peser 25, 6 grains. Faites-le dissoudre soigneusement dans l'acide nitrique; précipitez la dissolution par un excès de potasse caustique; chauffez en même temps (479), jusqu'à ce que le précipité se présente sous la forme d'une poudre noire et pesante; lavez et séchez; chauffez de nouveau; élevez la température de 300° à 400° (242); pesez ensuite; il devra peser 32 grains (1212).

111. Traitez une dissolution faible de potasse par du muriate de platine (470).

112. Traitez l'eau distillée du laboratoire par différens réactifs; évaporez-en d'abord trois ou quatre pintes, jusqu'à ce qu'elles soient réduites à une demi-pinte (566, 369); les sels, s'il en existe en dissolution, seront alors plus sensibles à l'action des réactifs.

---

§ IX. *Filtration, décantation, lavage.*

113. Brûlez quatre cents grains de papier prove-

nant des filtres dont on se sera servi dans le laboratoire (502); et assurez-vous du poids exact des cendres qui en résulteront (503); lavez-les plusieurs fois avec de l'eau (513); séchez la partie insoluble (577), et tenez note de la quantité.

114. Filtrez un quart de pinte d'eau distillée à travers un filtre de papier doublé; répétez plusieurs fois l'opération avec le même filtre (509), afin d'enlever toutes les matières solubles (513); évaporez l'eau jusqu'au quart du volume (563); employez différens réactifs pour découvrir quels sont les sels que vous soupçonnez être en dissolution, tels que sulfates, muriates, etc. (468).

115. Filtrez de l'eau bourbeuse à travers un double filtre (506, 508), jusqu'à ce qu'elle passe parfaitement claire.

116. Filtrez une dissolution trouble, celle, par exemple, citée (exp. 103); lavez ensuite toutes les matières insolubles qui seraient restées dans le filtre (513).

117. Séparez par le filtre un précipité d'oxide de fer (exp. 108), ou de sulfate de baryte (exp. 104 et 511); lavez-le dans le filtre jusqu'à ce que l'eau qui en sort ne contienne plus, d'abord, aucune trace d'acide muriatique (468), ou autre matière soluble, et ensuite aucune trace d'acide sulfurique résultant de l'excès du sulfate de soude employé (470).

118. Lavez le carbonate de chaux précipité d'après le procédé indiqué (exp. 103), ou de toute autre manière (483), jusqu'à ce qu'il n'existe plus de trace de matière soluble (511).

119. Faites dissoudre quatre onces de sulfate de soude cristallisé dans deux onces d'eau; chauffez (354) l'eau dans un flacon; filtrez la dissolution pendant

qu'elle sera chaude (515), afin d'éviter que la cristallisation ne commence pendant l'opération, et couvrez le récipient d'un autre vase de verre, ou d'un cône de papier (1229).

120. Filtrez une certaine quantité d'axonge ou de suif fondu, à travers un filtre de papier (515).

121. Mêlez aussi intimement que possible une partie d'huile et une partie d'eau; séparez ces corps l'un de l'autre, en filtrant l'eau (514) à travers un papier mouillé.

122. Faites dissoudre, dans une capsule (344), au moyen d'un peu d'acide muriatique, cinq grains de carbonate de baryte; passez la dissolution à travers un petit filtre sans entonnoir (517); jetez-en une petite portion sur un obturateur de verre (1234), afin de reconnaître la présence de la baryte; précipitez le reste, dans un tube, par le carbonate d'ammoniaque (849); séparez le carbonate à l'aide d'un petit filtre de papier (517); lavez-le sur le filtre jusqu'à ce qu'il soit bien pur (373, 518); faites-le sécher (577), et prenez note de la perte éprouvée (44, 52).

123. Versez trois onces d'eau sur une once de vin de Porto (1); conservez-en à part une petite quantité; faites bouillir le reste (359) avec une once de charbon animal (53) pendant dix minutes, et filtrez (510, 514); comparez la portion filtrée avec celle qui ne l'a point été, vous observerez combien le charbon animal a décoloré la substance.

124. Prenez une certaine quantité de cendres provenant du charbon de bois brûlé dans le fourneau à réverbère (143); lessivez-les (387); examinez la dissolution pour y reconnaître l'alkali et les autres substances.

125. Précipitez une dissolution de deux onces d'alun dans l'eau, par la potasse (468, 595); lavez le précipité à grande eau (525); agitez continuellement avec un tube de verre plein (477); laissez reposer ensuite, et décantez (369, 521) la partie liquide; lavez de nouveau le précipité (525); après l'avoir laissé reposer, enlevez le liquide au moyen d'un syphon (522), et recommencez les lavages et les décantations jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucune trace d'alkali ni d'acide sulfurique dans l'eau du lavage.

126. Mêlez de l'eau, de l'huile et du mercure dans un même verre; séparez-les aussi exactement que possible, en les filtrant à travers un entonnoir, et en les recevant dans différens vases.

127. Mêlez un peu d'essence de térébenthine et d'eau dans un tube (848); séparez-les ensuite au moyen de l'instrument décrit (532).

128. Mettez quelques globules de mercure sous de l'eau ou sous l'acide sulfurique; enlevez-le ensuite au moyen d'une pipette (531), d'une petite seringue de verre (533); vous pourrez, de la même manière, enlever de l'eau placée sous de l'huile.

§ X. *Cristallisation.*

129. Faites dissoudre du nitre brut dans l'eau au bain de sable (exp. 70), que la dissolution soit assez concentrée pour pouvoir cristalliser par le refroidissement (353); filtrez-la (715), et versez-la ensuite dans une capsule profonde (737), afin qu'elle cristallise lentement.

130. Opérez de la même manière sur une dissolution d'alun ou de sulfate de soude (537); vérifiez d'abord le degré de concentration des dissolutions, en en jetant quelques gouttes sur un obturateur de verre (353); couvrez les dissolutions avec des cônes de papier (1229) ou de la flanelle.

131. Faites cristalliser de l'acétate de plomb (536) en laissant refroidir une dissolution chaude de ce sel.

132. Faites cristalliser du muriate de soude (538) en laissant évaporer spontanément une dissolution froide et concentrée de ce sel (352).

133. Préparez une dissolution d'alun de manière à ce quelle puisse cristalliser par l'abaissement de la température (352, 536); suspendez un fil dans le liquide, ou plongez-y un tube de verre plein entouré d'un fil en spirale, afin de pouvoir observer la disposition qu'auront les cristaux à se déposer plutôt sur une substance que sur l'autre.

134. Faites dissoudre à chaud, dans une capsule, une petite quantité de sulfate de magnésie dans de l'eau (547); faites-en évaporer spontanément quelques gouttes sur un obturateur de verre (1234), et examinez les cristaux (547, 552). Opérez de la même manière sur de l'alun, du nitre, du sulfate de soude, du phosphate de soude et du sel marin; observez avec quelle facilité ces sels déposent leurs cristaux, quelque petite que soit la quantité de dissolution employée, examinez-les de manière à pouvoir déterminer leur caractère et la nature de la substance cristallisée.

135. Prenez plusieurs petits cristaux de sulfate de nickel, et cherchez à les réduire en un seul (542) d'une certaine grosseur.

136. Faites cristalliser du soufre, du bismuth ou du

plomb, en les faisant fondre dans un creuset, et les laissant se solidifier en partie (550).

137. Faites cristalliser de la naphtaline en la faisant sublimer dans un ballon ou une capsule (551).

§ XI. *Evaporation, dessiccation.*

138. Faites évaporer une dissolution jusqu'à siccité (555, 538), couvrez le vase avec un papier (539), afin de préserver le contenu de la poussière.

139. Faites évaporer une dissolution de sulfate de cuivre à un point de concentration tel, qu'il puisse cristalliser par le refroidissement (353, 537), recueillez les cristaux à mesure qu'ils se forment, et répétez cette opération jusqu'à ce que tout le sel soit séparé.

140. Procurez-vous de l'eau de source ou sortant d'un puits profond; faites-en évaporer une portion jusqu'à siccité dans une capsule (344), au bain de sable (570, 355), ou autrement (562); servez-vous de la teinture de curcuma pour reconnaître si elle contient des alkalis (591), ou employez d'autres réactifs, suivant les substances dont vous soupçonnez la présence.

141. Faites évaporer de l'eau en la faisant bouillir dans un flacon de Florence, presque jusqu'à siccité (566); traitez alors par les réactifs la portion restante (468).

142. Faites évaporer une portion d'eau dans un creuset de platine (559), chauffez le résidu (631), et assurez-vous s'il a subi ou non quelques changemens dans cette opération.

143. Faites évaporer une portion d'une substance végétale jusqu'à siccité (386); opérez de manière à obtenir l'extrait sans qu'il ait été altéré par la chaleur (571).

144. Faites dissoudre dans de l'acide muriatique, du carbonate de baryte impur (344, 591); faites évaporer la dissolution jusqu'à siccité (568), de manière à faire disparaître l'excès d'acide, agitez le produit au moment où il s'épaissit et commence à se solidifier (564), afin d'éviter qu'il ne se projette au dehors.

145. Faites chauffer dans une bassine du sel de Glauber cristallisé (572), afin d'en chasser toute l'eau (573), et de rendre la substance parfaitement anhydre. Lorsque le sel entrera en fusion, agitez-le avec un tube de verre plein, jusqu'à ce qu'il soit à peu près desséché (564); pilez-le ensuite dans un mortier, afin que toutes les parties en soient réduites en poudre fine et parfaitement sèche (564).

146. Faites sécher du carbonate de chaux humide (483) dans une capsule (344) couverte (568), afin d'éviter la poussière. Pour vous assurer de la dessiccation du carbonate, jetez-en un peu sur un plateau de verre froid (573).

147. Faites sécher une petite quantité de peroxide de manganèse au bain de sable (155), ou au-dessus d'une lampe (189); assurez-vous du degré de dessiccation au moyen d'un morceau de verre (573).

148. Faites évaporer une dissolution de sucre (349) par le procédé de Leslie (555), jusqu'à ce que le résidu soit aussi sec que possible.

149. Congelez de l'eau par évaporation, par le procédé de Leslie (555).

150. Desséchez une portion de la dissolution végétale de l'exp. 143, par de l'acide sulfurique ou tout autre corps (561), sous un récipient, sans y faire le le vide.

151. Faites sécher sur une plaque de fer-blanc (577), placée au-dessus de la lampe ou sur le bain de sable, un filtre contenant un précipité de l'exp. 103.

152. Dissolvez deux grains de carbonate de soude dans un verre de montre (371); ajoutez de l'acide muriatique en excès, évaporez jusqu'à siccité (574); dissolvez et évaporez de nouveau jusqu'à ce que vous obteniez de petits cristaux bien formés (541); observez leur forme (552), qui sera absolument celle du chlorure de sodium.

153. Faites sécher des précipités sur des filtres (513), soit dans une boîte (576), soit sous une cloche, dans laquelle on fera pénétrer de l'air chaud au moyen d'une lampe (247) ou de tout autre appareil (246).

154. Mettez à égoutter dans un entonnoir (581) les cristaux des exp. 129 ou 130, et hâtez la dessiccation au moyen d'un courant d'air.

§ XII. *Réactifs colorés, neutralisation.*

155. Etendez d'eau dix grains (44, 58) d'acide sulfurique concentré jusqu'à ce qu'il rougisse faiblement le papier de tournesol (591, 592); observez la quantité d'eau nécessaire pour l'étendre à ce point.

156. Essayez les effets produits par différens acides (582) sur la teinture bleue de tournesol (583).

157. Jetez quelques gouttes d'une dissolution d'alkali pur ou d'alkali carbonaté sur du papier de curcuma (591) ou sur du papier de tournesol rougi (593); remarquez combien il faut peu de ces substances pour produire un effet sensible. Opérez de la même manière avec de l'eau de chaux et de l'eau de baryte; mais remarquez, dans ce cas, le rétablissement de la couleur sur le papier de curcuma, à mesure que ces corps deviennent carbonatés par le contact de l'air.

158. Assurez-vous s'il existe dans l'air du laboratoire des vapeurs acides, au moyen du papier de tournesol (586, 590).

159. Examinez l'effet de l'acide borique sur le papier de curcuma (596); examinez ensuite l'effet produit par d'autres acides sur le même papier. Examinez l'effet produit par un mélange d'acide borique et d'autres acides sur le même papier (596), comparez cet effet avec celui produit par les acides purs.

160. Mettez en contact avec du papier de curcuma (589, 591) de l'ammoniaque, soit en dissolution, soit à l'état de vapeur, observez l'effet passager produit par cet alkali.

161. Chauffez un morceau de colle de poisson dans un petit tube (848, 885); mettez en contact, avec les vapeurs qui s'échappent du tube, du papier de curcuma, afin de reconnaître la présence de l'ammoniaque (589).

162. Neutralisez une certaine quantité d'acide sulfurique étendu, en y ajoutant une dissolution de carbonate de potasse; chauffez pendant l'opération (594), et assurez-vous de l'état de la dissolution, au moyen du papier de tournesol et de celui de curcuma (591, 592).

163. Etendez d'eau de l'acide sulfurique pour le réduire à une force donnée (599).

164. Lessivez une demi-livre de cendres de bois ou de charbon (142, 387), assurez-vous, au moyen de l'acide sulfurique étendu (699), et d'un alkalimètre (598), quelle est la quantité d'alkali que ces cendres contiennent (600).

165. Essayez de la même manière un alkali impur, tels que la barille ou la soude de vareck (600, 604).

166. Précipitez une dissolution de per-sulfate de fer, par du carbonate d'ammoniaque, dans une capsule à évaporation (344); chauffez, et ajoutez de l'alkali, seulement en quantité nécessaire pour neutraliser (594, 595); examinez alors la dissolution, et vous trouverez que tout le fer en a été séparé (468).

167. Faites dissoudre, dans de l'acide sulfurique étendu d'eau, du manganèse ordinaire; filtrez (510); ajoutez un peu d'acide nitrique, et chauffez (382), afin de faire passer à l'état de peroxide le fer qui a été dissous; ajoutez alors, graduellement, une dissolution de carbonate d'ammoniaque à la dissolution que vous venez de chauffer (594), en proportion telle, que celle-ci devienne neutre (591, 592) : tout le fer sera précipité, et le manganèse restera en dissolution.

168. Essayez la force d'un échantillon de vinaigre commun, au moyen du marbre (605); essayez de la même manière la force d'une certaine quantité d'acide acétique pur étendu d'eau, ou de vinaigre distillé.

169. Assurez-vous, par le même procédé, du degré de concentration d'une certaine quantité d'acide muriatique et d'acide nitrique, l'un et l'autre étendus d'eau (609), en ayant soin d'employer la chaleur, afin

de hâter l'opération (594), et de rendre le point de neutralisation plus facile à saisir (591).

§ XIII. *Opérations qui exigent le concours des creusets.*

170. Chauffez au rouge des pierres à fusil dans un creuset de Hesse (609, 634); projetez-les dans l'eau (338), afin de les disposer à la pulvérisation.

171. Convertissez en chaux vive du carbonate de chaux, placé dans un creuset de terre (668), sur un fourneau à réverbère (143, 148, 634).

172. Faites fondre une certaine quantité de plomb dans un creuset de terre (614, 627), que vous chaufferez dans un fourneau à *creuset* (634). Cette opération terminée, mettez en fusion une certaine quantité de cuivre dans un autre creuset, mais dans le même fourneau (634, 148); et enfin, s'il est possible, soumettez à la même opération un morceau de fonte de fer dans un troisième creuset; dans ce dernier cas, élevez la température au plus haut degré (635, 151); remarquez la différence de température nécessaire, dans ces diverses opérations, ainsi que la facilité d'obtenir un très-haut degré de chaleur dans un tel fourneau par l'addition du tuyau de tirage (548, etc.).

173. Faites entrer en fusion, dans le même fourneau (143, 634), quatre cents grains de cuivre dans un creuset de terre (609); couvrez le métal avec quelques morceaux de charbon (657). Aussitôt que la fusion sera complète, ajoutez cent grains de zinc en fragmens; mêlez-le aussi intimement que possible avec le

cuivre, à l'aide d'un morceau de charbon ou d'une verge de fer (647). Le résultat sera l'alliage connu sous le nom de laiton ou cuivre jaune; on pourra le jeter dans un moule, ou le laisser refroidir dans le creuset.

174. Faites entrer en fusion une certaine quantité d'acier dans un creuset de terre (609); chauffez au fourneau à soufflet (163, 637); ayez grand soin que le charbon du fourneau ne vienne point en contact avec l'acier (538, etc.).

175. Mettez en fusion une certaine quantité de fer pur, des clous de fer à cheval, par exemple, dans un creuset et dans un fourneau semblables (643). Aussitôt que le creuset sera froid, versez un peu d'acide nitrique sur le culot, afin de vous assurer qu'il n'y a point de carbone présent; à cet effet, il faudra nettoyer, jusqu'à ce qu'elle soit d'un brillant métallique, la surface du culot, et y laisser tomber une goutte d'acide nitrique; au bout de quelques minutes, on enlèvera avec un linge l'acide nitrique; si le fer est pur, l'acide ne l'aura pas terni; une tache noire, au contraire, indiquera la présence du carbone.

176. Mêlez ensemble deux onces de minium avec deux drachmes de charbon pulvérisé, et une once de sel commun (648); chauffez le mélange dans un creuset de Hesse (609, 634), au fourneau à réverbère (143). Si l'expérience est bien faite, on obtiendra un culot de plomb à l'état métallique, correspondant à la quantité de minium employé.

177. Pulvérisez une certaine quantité d'oxide d'étain natif (298); ajoutez un huitième en poids de charbon pulvérisé, et la moitié également en poids de borax (308); mettez le mélange dans un creuset; re-

couvrez-le avec quelques morceaux de charbon ; chauffez (634, 638), jusqu'à ce que vous ayez obtenu l'étain à l'état métallique dans le fond du creuset.

178. Mettez en fusion du carbonate de soude dans un creuset de platine (619, 627); chauffez au fourneau à réverbère (143, 634); faites fondre ensuite du verre vert dans un creuset de platine, au même fourneau.

179. Faites fondre du borax dans un creuset de platine au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin (182, 631), ou d'une lampe à huile (189, 632).

180. Mêlez ensemble trois parties en poids de bicarbonate de potasse, et une partie de pierre à fusil pulvérisée (exp. 170); faites fondre le mélange dans un creuset de platine (619, 627), au fourneau à réverbère (634); versez le résultat obtenu sur une pierre froide ou sur une plaque de métal, faites-le dissoudre dans l'eau.

181. Mettez en fusion, avec précaution, un mélange d'alkali caustique et de silice dans un creuset d'argent (622); servez-vous du fourneau à réverbère (143, 634).

182. Prenez l'argent obtenu par la réduction du chlorure de l'exp. 106, au moyen du zinc et de l'acide sulfurique; faites-le fondre dans un creuset de Hesse, avec un peu d'alkali carbonaté (649).

183. Mêlez une once d'oxide de cuivre avec un douzième en poids de charbon pulvérisé (308, 658); ajoutez de l'huile en quantité suffisante pour faire pâte (659); mettez le tout dans un creuset avec un quart d'once de borax; soumettez-le à la fusion ignée dans un fourneau à soufflet (633), ou dans un fourneau à réverbère. Si l'on peut donner un degré de chaleur suffisant (151, 634), l'oxide sera réduit, et l'on obtiendra un bouton de cuivre à l'état métallique.

184. Faites un creuset brasqué (618); placez-y une certaine quantité d'oxide de cuivre (658); ajoutez de nouveau charbon, couvrez le creuset exactement (640); élevez la température à un degré suffisant pour fondre le cuivre; soutenez la chaleur pendant une demi-heure, le métal sera réduit.

185. Garnissez un creuset de charbon, comme ci-dessus (618); ajoutez une certaine quantité d'oxide de fer sec et bien pulvérisé (298); couvrez le creuset, et chauffez-le pendant une heure à une haute température (637); l'oxide sera entièrement réduit, et donnera un fer spongieux et extrêmement divisé (1).

186. Mettez du sulfate de potasse dans un creuset brasqué (618); recouvrez le sulfate avec du charbon; couvrez le creuset avec un couvercle luté (640); chauffez à une haute température pendant une heure; retirez alors le creuset du feu; laissez-le refroidir, et vous trouverez le sulfate changé en un sulfure de potassium (2).

187. Prenez l'oxide de fer obtenu dans l'exp. 108; lavez-le; faites-le sécher autant que possible (163, 577); mettez-le dans un creuset de platine (619); chauffez jusqu'au rouge-brun au-dessus d'une lampe à esprit-de-vin (631), afin de faire évaporer le reste de l'eau.

188. Mettez cinquante grains d'hydrate de chaux bien sec dans un creuset de platine, dont vous aurez fait la tare (619, 646); chauffez, avec précaution, le creuset et son contenu, jusqu'au rouge, pendant un quart d'heure (632); pesez de nouveau, et constatez quelle a été la perte (44, 646); chauffez de nouveau pendant cinq minutes, pour vous assurer s'il y a quel-

(1) Berthier, Annales de chimie, XXVII, 24.
(2) Journal des Mines, XIII, 321.

que nouvelle diminution dans le poids (51, 52, 646). On aura, de cette manière, évaporé toute l'eau, et on connaîtra la composition de l'hydrate de chaux. La perte doit être de 12, 16 gr.

§ XIV. *Des opérations qui se font sur les fourneaux à tubes.*

189. Faites passer de la vapeur d'eau (666,668) dans un tube de fer (662) contenant de la limaille de fer (583), chauffée au rouge (659) sur un fourneau. L'eau sera décomposée; il se dégagera un mélange de gaz hydrogène et de vapeur d'eau, ou seulement du gaz hydrogène, si l'opération se fait lentement; on pourra brûler le gaz à l'extrémité du tube, ou le recevoir dans un récipient sur la cuve pneumatique (666, 706).

190. Décomposez de l'ammoniaque en la faisant passer dans un tube de fer chauffé jusqu'au rouge (662, 681). On pourra obtenir le gaz ammoniacal d'un mélange ordinaire de chaux vive et de sel ammoniac placé dans une cornue, et recevoir le produit de la décomposition dans des cloches sur la cuve pneumatique (706, 710). De cette manière l'ammoniaque, décomposée, fournira un mélange gazeux combustible composé de trois parties en volume d'hydrogène, et d'une d'azote.

191. Faites chauffer jusqu'au rouge dans un tube de fer (662), de verre, ou de terre (665), du peroxide de manganèse (686), et faites-y passer de l'ammoniaque, d'après le procédé que nous venons d'indiquer. Le produit gazeux recueilli dans un récipient aura une

couleur rutilante occasionée par la présence de l'acide nitreux; l'alkali, dans cette expérience, étant décomposé, et donnant lieu à la production d'un corps acide (1).

192. Chauffez jusqu'au rouge (662, 670), dans un fourneau, un tube de fer contenant de l'huile. Le corps gras sera décomposé, et produira du gaz que vous pourrez brûler à l'extrémité du tube, ou recueillir et conserver dans des flacons sur la cuve à eau.

193. Décomposez de l'alcohol (668), en le faisant passer en vapeur au travers d'un tube de verre (665) contenant du cristal de roche (680), et chauffé à la lampe (672); recueillez le gaz (706), observez sa combustibilité et ses autres propriétés. On pourra décomposer l'éther d'après le même procédé; mais le résidu charbonneux, dans ce dernier cas, sera beaucoup plus abondant que dans la décomposition de l'alcohol.

194. Si l'on fait passer du chlore sur des cristaux de titane métallique, dans un tube de verre chauffé à la lampe (672), une combinaison a lieu; il se forme un chlorure de titane, qui se dépose dans la partie froide du tube (689) (2).

195. Si l'on fait passer du chlore de la même manière sur un minerai d'arsenic, il se combine avec l'arsenic, le soufre et les autres substances présentes (689). Il sera bon de connaître le procédé excellent, quoique un peu compliqué, indiqué par M. Berzélius pour analyser les minerais d'arsenic. (*Voyez* les Annales de chimie, tome XVII, p. 113.)

196. Mettez du peroxide de manganèse dans un tube de verre vert (665); faites-le chauffer à la lampe de

(1) Par l'influence de l'oxigène de l'oxide de manganèse.

(2) M. Georges, Ann. de philos.

Cooper, et faites-y passer un courant de gaz hydrogène (686). Le peroxide passera à l'état de protoxide, on pourra apercevoir les progrès de l'opération à travers le verre.

197. Faites passer de la naphtaline en vapeur (666), dans un tube chauffé au rouge sur la lampe à l'huile (671), observez attentivement les effets de la chaleur sur cette substance.

198. Prenez un tube de verre vert d'environ un tiers de pouce de diamètre (665), faites-en (56) la tare; introduisez-y de la baryte pure en fragmens; étendez-les sur une longueur d'environ six pouces (680, 687) : pesez de nouveau, afin de vous assurer de la quantité de baryte employée (50) ; chauffez le tube et son contenu jusqu'au rouge-brun, soit à la lampe de Cooper (672), soit par tout autre moyen (669); faites passer un courant d'oxigène (666) à travers le métal employé (666), jusqu'à ce que le gaz sortant par l'autre extrémité du tube (687) indique que le corps ne peut plus en absorber. Laissez refroidir le tube (51); fermez-en les extrémités (149, 390), afin d'empêcher le contact de l'air. Pesez de nouveau (52), et assurez-vous de la quantité d'oxigène absorbé pour faire passer la baryte ou protoxide de barium à l'état de peroxide.

199. Faites une expérience semblable sur de la chaux ; mais, au lieu de gaz oxigène, faites passer un courant de chlore (689); recueillez les gaz (706), et vous trouverez que, durant l'expérience, il y a eu dégagement d'oxigène, la chaux s'étant décomposée, et sa base métallique, le calcium, s'étant combinée avec le chlore pour former un chlorure. On pourra s'assurer de la quantité d'oxigène dégagée en recueil-

lant tous les gaz et en absorbant l'excès de chlore. On pourra aussi déterminer la quantité de chaux employée, et la quantité de chlorure de calcium produite (52, 56); de cette manière, on connaîtra la composition de l'oxide et du chlorure de calcium, non-seulement sous le rapport de la nature des élémens qu'ils contiennent, mais encore sous celui de leurs quantités.

200. En mettant du platine à l'état d'éponge dans un tube de verre (665), chauffant le tube à la lampe à huile (189, 671) ou à esprit de vin (182), et faisant passer au travers un courant de différens gaz, on reconnaîtra l'influence du platine (682) sur les combinaisons chimiques. C'est ainsi que l'on peut obtenir du gaz acide carbonique à une température assez basse, et sans danger d'explosion, au moyen d'un mélange d'oxide de carbone et d'oxigène.

§ XV. *Manipulations sur la cuve pneumatique.*

201. Mettez une once de zinc en grenailles (327) dans une cornue d'environ une pinte (395, 402); prenez une demi-once d'acide sulfurique (105), étendu de quatre ou cinq onces d'eau mesurées; versez ce mélange sur le zinc qui se trouve dans la cornue (403), et recueillez les gaz qui se dégageront (706), dans des cloches (699), sur la cuve pneumatique à eau (691). Après avoir rempli deux ou trois cloches (710), il faut enlever la cornue, et procéder à l'examen du gaz. On en transvasera (717) une certaine quantité dans un verre à bec (343, 718), de celui-ci (719, 772) dans un tube (703), en se servant d'un

entonnoir (723), jusqu'à ce que le gaz s'élève dans le tube à la hauteur d'environ deux pouces; on fermera alors l'extrémité avec le doigt (723), et l'on mettra en contact avec le gaz une bougie allumée (884), pour reconnaître s'il est combustible ou non. On remplira le tube d'eau (720); on y transvasera une seconde fois du gaz du verre à bec (722), sans se servir d'entonnoir (721). On transvasera ensuite de la même manière une certaine quantité du gaz de ce tube dans un tube plus petit (721).

Remplissez d'eau une cloche à transvaser (702), au-dessus de la cuve, et faites-y passer une certaine portion de gaz hydrogène contenue dans d'autres cloches placées sur la même cuve (717); enfoncez la cloche dans la cuve (714), de manière à faire sortir un jet de gaz par le robinet placé à sa partie supérieure (776); mettez une lumière en contact avec le jet d'hydrogène, afin de l'enflammer, et de vous assurer de sa combustibilité.

Remplissez une petite cloche (343) avec de l'eau de la cuve (710); introduisez-y une portion du gaz hydrogène restant (717), jusqu'à ce qu'elle soit pleine; retirez-la soigneusement de l'eau, en tenant l'ouverture horizontalement et en dessous, vous verrez qu'au bout d'une minute il y restera encore assez de gaz hydrogène pour produire une légère explosion par la combustion du gaz; remplissez de nouveau la cloche d'hydrogène sur la cuve (717); couvrez l'ouverture avec un obturateur de verre (699, 1234); mettez la cloche droit, l'ouverture en haut, et enlevez l'obturateur. Au bout de quelques secondes, tout l'hydrogène se sera échappé, en raison de son extrême légèreté et

de la position du vase ; pour s'en assurer, il suffira de mettre une bougie en contact avec le contenu de la cloche, et aucune combustion n'aura lieu.

202. Mettez quelques fragmens de marbre dans un flacon à gaz (706) ; versez dessus de l'acide muriatique étendu de trois fois son volume d'eau ; il se dégagera du gaz acide carbonique que vous recueillerez dans des cloches sur la cuve à eau (691, 699) ; transvasez-en une portion (718) dans une petite éprouvette (699), que vous remplirez, et dont vous boucherez immédiatement l'ouverture avec un obturateur (713, 1234) ; retirez alors l'éprouvette de la cuve ; placez-la dans une position verticale, l'ouverture en haut ; enlevez l'obturateur ; plongez-y une bougie allumée ; elle s'y éteindra dès qu'elle sera parvenue au-dessous du niveau de l'ouverture ; laissez l'éprouvette ainsi ouverte, pendant une minute ou deux, sans toutefois agiter l'air ambiant ; approchez de nouveau la bougie ; elle s'éteindra aussi facilement que la première fois. La pesanteur spécifique de ce gaz est telle, qu'après cinq ou six minutes il en existera encore assez pour éteindre une lumière.

Remplissez de nouveau l'éprouvette de gaz acide carbonique sur la cuve (710, 717) ; fixez, au moyen d'un fil de fer, un papier allumé au fond d'une éprouvette semblable, qui ne contiendra que de l'air ; le papier brûlera librement ; approchez de cette éprouvette l'ouverture de celle qui contient le gaz acide carbonique, et transvasez-le ; le gaz éteindra le papier sur-le-champ. Constatez la présence du gaz par une autre méthode, par exemple à l'aide de l'eau de chaux ; à cet effet, enlevez d'abord le morceau de papier ou

la bougie du fond de l'éprouvette, versez-y un peu d'eau de chaux, et agitez-la; il se formera du carbonate de chaux, qui la troublera aussitôt. En faisant cette opération, n'approchez point l'ouverture du vase qui contient l'eau de chaux trop près de l'éprouvette qui contient le gaz acide carbonique, mais versez l'eau de chaux dont vous avez besoin dans un verre, et de ce verre dans l'éprouvette; autrement il suffirait de l'introduction d'un peu de gaz acide carbonique pour troubler toute l'eau de chaux du flacon.

Faites passer une portion de gaz acide carbonique dans un tube placé sur la cuve (720), et qui puisse se boucher facilement avec le doigt (723), introduisez-y aussi promptement que possible un peu de potasse au travers de l'eau, fermez-le avec le doigt, et agitez pour dissoudre la potasse. Replacez le tube sous l'eau, et ôtez le doigt; tout le gaz acide carbonique aura été absorbé par la dissolution alkaline: l'on pourra reconnaître ainsi sa pureté.

203. Mélangez ensemble graduellement une partie d'alcohol et deux parties d'acide sulfurique (403). Distillez le mélange dans une cornue de verre (395) au moyen de la chaleur d'une lampe à huile (189, 359), recevez le gaz dans des cloches sur la cuve à eau (710); le produit gazeux obtenu sera du gaz oléfiant, et devra brûler avec une flamme brillante. Recevez d'abord de petites quantités de ce gaz dans des tubes (703), et avant de le recueillir, pour le conserver, assurez-vous que lorsqu'on y met le feu il brûle avec une flamme brillante (884, 708). Recommencez cet essai de temps en temps, à mesure que le gaz se dégage; lorsque la flamme deviendra moins blanche, il faudra recevoir le gaz dans une autre cloche, parce qu'alors

le produit n'est plus pur. Laissez quelque temps ce gaz en contact avec l'eau (710, 712) ou agitez-le avec ce liquide, afin d'enlever l'acide sulfureux. Placez une cloche pleine de ce gaz sur une capsule à évaporation (712); introduisez dans l'eau sur laquelle elle repose, un peu de chaux vive, afin de séparer plus complètement les gaz acide carbonique et sulfureux.

Remplissez à moitié avec du chlore une grande cloche de forme cylindrique (693, 699), placée sur la cuve pneumatique (710), et ajoutez-y un volume égal de gaz oléfiant. Transportez aussitôt la cloche sur une grande capsule (344, 712), et observez la combinaison graduelle et la disparition des deux corps gazeux, qui produisent un corps nouveau liquide, sous forme de gouttelettes insolubles dans l'eau, et si lourdes qu'elles la traverseront et iront se déposer dans le fond du vase; ce liquide communiquera à l'eau un goût doux et aromatique, et lui-même sera extrêmement sucré. Faites passer du chlore dans une cloche semblable (699), jusqu'à ce qu'elle soit aux deux tiers pleine, et remplissez le reste avec du gaz oléfiant. Fermez l'ouverture de la cloche avec un obturateur (1234), retirez-la de la cuve, et renversez-la deux ou trois fois (799, afin de bien mélanger le contenu; retirez l'obturateur, et présentez aussitôt une bougie allumée à l'ouverture de la cloche, les gaz se combineront avec dégagement de lumière, la flamme s'introduisant doucement dans la cloche et la rendant opaque par la quantité considérable de carbone qui se déposera.

Enflammez un jet de gaz oléfiant sortant d'une cloche à robinet (702, 714, exp. 201), vous remarquerez une flamme belle et brillante. Remplissez une

vessie de ce gaz (769), et faites-en passer un courant dans un tube de verre incandescent (sect. XIV); observez; 1° la quantité de carbone qui se déposera dans le tube (685), 2° la diminution de l'intensité de la flamme que produira le gaz lorsqu'on le fera brûler après cette opération.

204. Mettez quelques fragmens de sel ammoniac dans un petit flacon à gaz, bien sec (706); ou dans une cornue (396); ajoutez-y de l'acide sulfurique concentré: il y aura dégagement de gaz acide muriatique. Recevez-le dans des cloches (699, 737) sur la cuve à mercure (696, 736); servez-vous de la chaleur de la lampe à esprit de vin pour hâter l'opération s'il est nécessaire (176, 406), et agitez le vase afin de favoriser le dégagement des bulles. Lorsque vous aurez rempli plusieurs cloches, prenez-en une que vous boucherez, placez-la debout sur la table, l'ouverture en haut (699, 737). Après l'avoir débouchée, observez les vapeurs produites par le gaz dans l'air, et le dégagement de calorique, qui devient sensible lorsqu'on plonge le doigt dans la cloche. Mettez en contact avec le gaz une bougie allumée, elle s'éteindra sur-le-champ. En versant un peu d'eau dans le flacon, les vapeurs augmenteront d'abord, mais en agitant elles disparaîtront bientôt. Constatez l'acidité de la dissolution au moyen du papier de tournesol (591, 594) ou de la teinture de choux rouge (583), et celle des vapeurs par le même moyen (593).

Remplissez d'eau un petit tube, placez-le sous une autre cloche contenant du gaz, sur la cuve à mercure (736), et observez l'absorption immédiate, et enfin l'entière disparition du gaz. Retirez la cloche de la cuve par le procédé indiqué (699, 737), et examinez

la dissolution (591), qui sera de l'acide muriatique tel qu'on l'obtient par les procédés ordinaires.

Faites passer dans un tube (703), sous le mercure (740, 746) une certaine quantité de gaz acide muriatique, fermez l'ouverture du tube avec le doigt (723), placez-le dans une capsule à évaporation contenant de l'eau (692), otez le doigt, et remarquez avec quelle rapidité l'eau s'élance dans le gaz et l'absorbe.

205. Faites un mélange pour la préparation du gaz ammoniacal (exp. 58). Mettez ce mélange dans une petite cornue (396, 405); chauffez à la lampe à esprit de vin (182), et recevez dans des cloches (699), sur la cuve à mercure, le gaz qui se dégagera (696). Introduisez un peu d'eau dans l'une des cloches contenant le gaz, observez sa solubilité, et l'alkalinité (591) de la dissolution produite. Prenez deux cloches, l'une contenant du gaz ammoniacal, l'autre du gaz acide muriatique obtenu dans la dernière expérience, observez leur volume dans les cloches (750), faites passer ensuite graduellement le gaz ammoniacal dans le gaz acide muriatique (740); il y aura production de vapeurs épaisses et condensation. Les gaz disparaîtront complètement lorsqu'on aura mis un volume du second égal à celui du premier, et ils seront remplacés par du muriate d'ammoniaque solide. Vérifiez les quantités des deux gaz employés (750), et assurez-vous si la combinaison de ces deux gaz s'opère réellement en volumes égaux.

206. Faites du gaz acide muriatique (775) et du gaz ammoniacal (774), recevez-les dans des flacons bien secs et bien propres (773), sans avoir recours à la cuve à mercure.

207. Faites du chlore au moyen d'un mélange de

huit parties de sel commun, trois parties de peroxide de manganèse, et six parties d'acide sulfurique concentré, étendu de quatre fois son volume d'eau; placez le tout dans une cornue de verre; laissez refroidir le mélange. Faites ensuite chauffer la cornue à la lampe à huile (109); si le gaz se dégage trop vite ou qu'il y ait une effervescence trop considérable dans la cornue, éloignez la lampe. Lorsque le gaz sera pur, recevez-le dans des flacons bouchant à l'émeril (773) sur une cuve remplie d'eau chaude (693), et après les avoir bouchés soigneusement (773), placez-les dans un lieu obscur, le bouchon en bas, et plongé dans l'eau. Pour s'assurer de la pureté du chlore, il faut remplir un tube d'eau, y faire passer quelques bulles de ce gaz, placer le tube dans un vase contenant de l'eau froide, agiter celle-ci avec le gaz (723), et observer soigneusement si l'absorption est complète : le résidu proviendrait d'un gaz étranger. On doit répéter cet essai jusqu'à ce que le résidu ne s'élève pas au delà d'un quatorzième; on peut alors recueillir le chlore.

208. Faites dissoudre dans l'eau une certaine quantité du gaz contenu dans l'une des cloches (773, 798). Essayez s'il est au point de concentration convenable pour le blanchiment, en en versant un peu sur de l'indigo extrêmement divisé, ou sur du papier écrit, ou sur des toiles peintes, etc.

209. Faites de l'oxide de carbone (exp. 92); recevez-le dans des cloches sur l'eau (707, 716), lavez-le avec de l'eau ou de l'eau de chaux (exp. 203), comme nous l'avons indiqué pour le gaz oléfiant, ou bien encore avec une dissolution alkaline. Mêlez (717, 799) une certaine portion de ce gaz pur avec la moitié de son volume d'oxigène dans un verre (469, 843).

Faites passer une petite portion de ce mélange dans un tube (719), mettez-le en contact avec une bougie allumée, il y aura explosion. Faites passer une autre quantité du même mélange dans un tube assez fort pour supporter la détonation (999), faites-y passer une étincelle électrique (913, 918), il y aura encore explosion, et le volume des gaz aura éprouvé une diminution. Le gaz produit est du gaz acide carbonique que l'on peut absorber par l'agitation avec l'eau; pour rendre l'effet plus rapide, on y introduit un petit morceau de potasse, et l'on agite comme nous venons de le dire.

Faites passer une portion de ce mélange détonant dans un tube sec, sur le mercure (744, 746), faites-en passer de là une petite quantité dans un eudiomètre, toujours sur le mercure (919). Prenez note du volume des gaz (950), et, lorsque l'explosion aura eu lieu (921), prenez note du résidu; la diminution sera égale à un tiers du volume primitif. Versez de l'eau de chaux dans l'eudiomètre; l'eau se troublera et le gaz s'absorbera, ce qui indique suffisamment que le gaz produit n'est autre que l'acide carbonique.

210. Après avoir extrait l'oxigène du chlorate de potasse dans un tube-cornue (859) chauffé à la lampe à esprit de vin (192), recevez le gaz dans des tubes (114) et des flacons sur l'eau, placez les récipiens dans une capsule à évaporation (890). Pour reconnaître l'oxigène (723), introduisez dans l'un des récipients une allumette enflammée, et observez si la combustion augmente d'intensité. Tressez ensemble cinq ou six morceaux de fil d'acier, attachez une allumette enflammée à l'une des extrémités, et plongez-les dans un autre des récipiens contenant de l'oxigène; le fil d'acier brûlera avec une flamme brillante.

211. Transvasez un peu de l'oxigène ainsi obtenu dans un tube sec sur le mercure (744, 745), ou faites-le passer directement dans des tubes secs ou dans une cloche sur la cuve à mercure (697). Mêlez une portion de cet oxigène avec deux fois son volume d'hydrogène sec, mettez une partie de ce mélange dans un eudiomètre sec (919); servez-vous pour cette opération de l'instrument de Pepys (746), faites détonner les gaz au moyen de l'étincelle électrique (913). S'ils sont purs, ils disparaîtront entièrement, et ne laisseront qu'une petite quantité d'eau.

212. Faites du deutoxide d'azote dans une cornue de verre, en faisant agir sur de la tournure de cuivre un mélange de deux parties d'eau et d'une partie d'acide nitrique. L'action, qui d'abord est lente, devient quelquefois violente tout à coup; ce qui exige quelques précautions. Recevez le gaz dans des éprouvettes (703) ou sous une cloche (699) sur la cuve à eau; après une ou deux heures, les récipiens ne contiendront plus de vapeurs acides. Mêlez une portion de ce gaz dans un verre (703, 717), avec de l'oxigène (exp. 210); observez la couleur orange foncé qui se manifestera, et la disparition rapide des gaz, en raison de la solubilité du produit.

213. Mesurez deux volumes égaux d'air atmosphérique et de deutoxide d'azote (732), mélangez-les ensemble dans un tube sur l'eau (214), et observez l'absorption (735).

214. Mêlez ensemble deux volumes égaux d'air sec et d'hydrogène sur la cuve à mercure (750), faites passer une partie de ce mélange dans un tube, observez la détonation, en mettant en contact avec le mélange une bougie allumée. Introduisez une portion

de ce mélange dans un eudiomètre (919), tenez note exacte du volume (752), faites détoner par l'étincelle électrique (919), puis observez la condensation qui a lieu (752); le tiers de cette condensation représentera le volume du gaz oxigène que renferme l'air atmosphérique dont on s'est servi, puisque ce dernier formait le tiers du volume du mélange qui a detoné.

215. Prenez une des cloches de l'expérience précédente, placée sur la cuve à eau, mesurez le gaz qu'elle contient (728). Etablissez le niveau des surfaces avec la plus grande exactitude (725). Marquez la place qu'occupait le gaz avant de le transvaser (724), et vérifiez le mesure obtenue (726) de la manière indiquée. Prenez note en même temps de l'état de la température et de la pression atmosphérique (735, 729). Mesurez alors une quantité donnée de gaz, dans une cloche graduée, ou jusqu'à une certaine marque tracée sur une cloche (730), en ajustant la mesure avec soin (731). Mesurez aussi un nombre donné de parties, comme 8 ou 10 (734) dans un tube gradué (714), en ayant soin de faire exactement la mesure (731). Employez une mesure déterminée (732) pour mélanger deux parties d'hydrogène et deux d'oxigène en volume, pour des expériences telles que celles indiquées (exp. 214).

216. Transférez l'oxigène, le chlore, l'hydrogène, ou tout autre gaz précieux dont vous ne vous êtes pas servi dans les expériences précédentes, dans des flacons (718) que vous boucherez avec soin (773).

217. Mesurez un demi-pouce cube ou toute autre petite quantité d'oxigène, d'hydrogène, ou d'air atmosphérique, dans un tube (114), sur la cuve à mercure (750); transportez le tube sur une capsule pleine d'eau (723); laissez échapper le mercure, et observez

alors le volume du gaz sur l'eau (725), en ayant soin, dans les deux cas, de bien établir le niveau (724). De cette manière, il vous sera facile d'apprécier l'effet des courbures différentes du mercure et de l'eau à l'intérieur du tube (122).

218. Cimentez une garniture hermétiquement (780) sur l'ouverture d'une cornue (396); adaptez-y un robinet (776), examinez, au moyen de la machine pneumatique ou de la pompe à main (803), si l'ajutage ferme hermétiquement (784, 800). Faites le vide dans une cornue (800 et 807); faites-la communiquer avec une cloche à transvaser graduée (702, 782) contenant de l'air atmosphérique, et laissez rentrer l'air dans la cornue (810), afin de connaître la quantité nécessaire pour la remplir. Faites de nouveau le vide dans la cornue (800), faites-la alors communiquer avec une cloche à transvaser graduée (702), contenant du deutoxide d'azote (exp. 212), dont vous remplirez la cornue aux deux tiers (810); puis, à l'aide d'une autre cloche graduée contenant de l'oxigène, achevez de remplir la cornue. Les deux gaz se combineront, et formeront un produit gazeux rutilant, qui n'est autre que de l'acide nitreux : cette production sera accompagnée d'une condensation considérable. Pour mesurer l'étendue de ce dernier effet, laissez refroidir l'appareil, afin que la chaleur dégagée ne tende point à dilater les gaz, fixez ensuite la cornue sur une cloche graduée (702) contenant de l'hydrogène, de l'azote, ou quelque autre gaz différent de ceux dont vous vous êtes servi. Etablissez la communication (810), et observez combien il entrera de gaz pour remplir la cornue à la pression atmosphérique (729, 724) : la quantité du nouveau gaz introduit devra être égale à la moitié

de la capacité du vase. Plongeaut alors le robinet dans l'eau, ouvrez-le, et refroidissez légèrement la cornue (414); l'eau y entrera aussitôt, et, dissolvant le gaz acide nitreux rutilant, indiquera, par la quantité d'air ou de gaz qui ne sera pas absorbée, quelle était la portion de gaz soluble dans l'eau.

219. Fixez une garniture sur une cornue comme dans l'expérience précédente (780); introduisez-y une petite portion de litharge, puis faites-y le vide (800); remplissez-la ensuite de gaz acide muriatique (810), contenu dans une cloche à transvaser sur la cuve à mercure (702, 736, 760). Laissez la communication ouverte, et chauffez la litharge (807); cette dernière changera de couleur, il y aura dégagement d'eau, et au bout de quelques instans le mercure s'élevera dans le récipient inférieur en assez grande quantité : cet effet sera la conséquence, 1° de la décomposition d'une portion du gaz par les élémens de l'oxide de plomb, et la formation de l'eau; 2° de l'absorption du gaz par l'eau ainsi produite.

220. Remplissez d'eau une cloche à transvaser (702) sur la cuve (714). Mettez du cuivre en feuilles (728, 1237) dans une cornue munie d'une garniture à robinet (780, 807), faites-y le vide (810); fixez alors la cornue sur la cloche, et faites passer dans cette dernière du chlore (717, 773) en quantité suffisante pour remplir la cornue. Faites passer le chlore sur le métal en feuilles (811); ce dernier s'enflammera sur-le-champ, et sera converti en un chlorure métallique.

221. Remplissez en partie un récipient à gaz (762) avec de l'oxigène (707), ou, à défaut d'oxigène, avec de l'air atmosphérique. Remplissez de gaz une cloche à transvaser, ou une éprouvette sur la cuve placée au

haut de l'instrument (764) ; faites le vide dans un flacon (809), et remplissez-le à l'aide du récipient à gaz (818, 764) ; remplissez une vessie de la même manière (764); attachez au robinet (766) un tube flexible (786) et un bec de chalumeau (199), lancez un filet de gaz sur un charbon allumé. Si le gaz est de l'oxigène, et qu'on le fasse agir sur de l'argent, du plomb, du cuivre, du fer, ou de l'étain, ces métaux brûleront sur-le-champ avec un vif éclat. On peut de la même manière faire passer de l'oxigène dans un tube contenant de la baryte (exp. 198), en se servant de tubes de caoutchouc (416) pour établir la communication.

Faites repasser dans la vessie (769) le gaz contenu dans le récipient à gaz (765) ; placez la cloche à transvaser, dont nous venons de parler, sur une cuve profonde (712), transvasez le gaz qu'elle contient dans une vessie, et de celle-ci dans le récipient à gaz (765).

222. Remplissez un récipient à gaz de gaz extrait de la houille ou de l'huile (voy. exp. 192, 762) ; et, après y avoir vissé un bec de chalumeau, brûlez le gaz graduellement comme pour l'éclairage au gaz.

223. Comprimez l'oxigène contenu dans le récipient à gaz (764, 766, exp. 220), dans une bouteille de caoutchouc (771) au moyen d'une pompe de compression (808), servez-vous du gaz ainsi comprimé pour activer une lampe à esprit de vin (230).

224. Faites passer du gaz acide muriatique ou du gaz ammoniacal dans un appareil de Woulf, contenant de l'eau (788), pour former une dissolution (798) ; faites usage d'un tube de sûreté (791), et joignez les diverses parties de l'appareil au moyen de tubes de caoutchouc (418.)

225. Pesez une portion d'air, de gaz acide carbo-

nique ou d'oxigène (825), en observant ce que nous avons prescrit (830, etc.).

226. Desséchez du gaz acide carbonique, au moyen du muriate de chaux (835) sur la cuve à mercure.

§ XVI. *Chimie des tubes.*

227. Essayez une eau minérale (470, 851), ou une dissolution semblable à celle de l'expérience 76, dans des tubes (449) supportés sur des anneaux de liège (58) dans des verres (343); servez-vous de la bouteille à laver (372) et des agitateurs de verre (850).

228. Faites dissoudre dans un tube une petite pièce d'argent au moyen de l'acide nitrique (853). Examinez dans un autre tube une partie de la dissolution, pour reconnaître la quantité de cuivre (849); précipitez une portion de la dissolution restante dans un troisième tube, au moyen d'un fil de cuivre; lavez (852), et séchez l'argent précipité. Précipitez ensuite le reste de la dissolution dans un quatrième tube en employant une dissolution de sel marin, et lavez bien le précipité (850) dans le tube même.

229. Chauffez une petite portion de sulfure d'antimoine en poudre dans l'acide muriatique, en vous servant d'un tube recourbé, semblable à celui représenté (sect. XVI. 857); examinez le gaz qui se dégage à l'ouverture du tube, soit à l'aide d'une bougie allumée, soit au moyen de l'acétate de plomb étendu sur une bande de papier, de l'odorat, etc. (864), et vous reconnaîtrez l'hydrogène sulfuré. Faites repasser une ou deux fois sur le sulfure l'acide muriatique qui aura

distillé (857). Enfin versez une petite portion de la dissolution dans l'eau, examinez l'effet produit, et observez s'il se forme un précipité blanc.

230. Distillez de l'essence de térébenthine contenue dans un tube-cornue (859), recevez le produit dans un tube récipient, ou dans une fiole (860). Servez-vous aussi du tube récipient ouvert et courbé, que nous avons décrit (860), et refroidissez la partie courbe avec de l'eau (861) ou de la glace (421).

231. Distillez un morceau de cire dans le tube représenté (862), refroidissez le premier angle servant de récipient (861), et réunissez-y les produits liquides; plongez en même temps l'extrémité ouverte du tube dans l'eau d'une capsule (862), et recueillez dans des tubes le gaz qui se dégagera (680). Examinez-le sous rapport de son inflammabilité, etc.

232. Chauffez au rouge dans un tube de verre vert (869) des pyrites de cuivre ou de fer. Recevez dans un tube simple ou recourbé le soufre qui se sublime (871). Chauffez une portion des mêmes pyrites dans un tube ouvert (872), et jugez par l'odeur et l'aspect que présente le tube, si le soufre brûle ou non.

233. Sublimez une petite quantité de naphtaline brute dans un tube simple, et recevez les produits de la sublimation dans un tube recourbé (871).

234. Mettez une très petite quantité d'arsenic à l'état métallique dans un tube simple (869) bouché à l'une de ses extrémités. Sublimez le métal dans différentes parties du tube, au moyen de la chaleur d'une lampe à esprit de vin (176), observez l'aspect métallique cristallin que présente la couche de métal sublimé.

235. Introduisez dans un tube (848) fermé à l'une

de ses extrémités un petit morceau de papier ordinaire d'environ un pouce carré; chauffez la partie renfermant le papier (854) en maintenant froides les parties voisines (869), observez la condensation de la vapeur aqueuse sur la partie froide du verre : ce qui indique la présence de l'humidité dans le papier.

236. Répétez l'exp. 40 dans des tubes ouverts, inclinés (872), afin d'observer la production d'acide et d'alkali (591, 593) à l'ouverture supérieure des tubes.

237. Mettez une petite portion de peroxide de fer dans un tube (848), examinez-le, et assurez-vous qu'il n'est point magnétique (587); ajoutez alors de la naphtaline, et chauffez l'oxide dans la vapeur de cette substance (873). Quelques instans après, examinez-le de nouveau à l'aide de l'aiguille aimantée (588), et vous le trouverez excessivement magnétique.

238. Faites évaporer une dissolution d'argent ou toute autre dissolution contenant un excès d'acide (564) dans un tube à évaporation courbé (877); ajoutez ensuite de l'eau, et chauffez modérément pour dissoudre tout ce qui est soluble.

239. Préparez un peu de gaz oxigène dans un tube-cornue (869), à l'aide du chlorate de potasse; recevez le gaz dans des tubes (848) plongés dans une capsule pleine d'eau (880). Examinez le gaz en plaçant une allumette enflammée à l'extrémité du tube (723); voyez combien est petite la quantité de gaz nécessaire pour constater sa propriété comburante. Préparez un peu d'hydrogène dans des tubes sur la même cuve (880), soumettez-le aux mêmes épreuves. Mélangez alors deux volumes d'hydrogène avec un volume d'oxigène (790), et remarquez l'extrême petitesse d'une bulle, suffisante

pour produire l'explosion, lorsque le mélange est contenu dans des tubes.

240. Faites un peu de gaz acide muriatique (696) dans une tube-cornue (859); recueillez-le dans le récipient à mercure décrit (884); faites-en sortir successivement de petites portions de la manière indiquée, afin de reconnaître les propriétés générales du gaz.

241. Préparez un peu d'oxigène au fond d'un tube (885); essayez ses propriétés dans le tube même. Préparez de la même manière (885) du gaz acide sulfureux; observez sa faculté d'éteindre la flamme, de rougir et de décolorer ensuite le papier de tournesol (585), son odeur, etc. Mettez dans un tube quelques fragmens de zinc et une petite portion d'acide muriatique, et examinez le gaz qui se dégage, vous reconnaîtrez l'hydrogène.

242. Décomposez l'acide oxalique par l'acide sulfurique dans le tube recourbé décrit (888). Essayez la combustibilité et les autres propriétés du gaz qui se dégage à l'ouverture du tube (884). Ce gaz est un mélange d'acide carbonique et d'oxide de carbone.

243. Produisez du gaz acide muriatique dans une fiole fermée avec un bouchon de liège traversé par un tube (448), faites passer le gaz sur l'eau dans un tube remplissant les fonctions de l'appareil de Woulf (889); examinez la dissolution qui se formera. Vous obtiendrez un acide très-concentré (591), qui précipitera le nitrate d'argent (850), dissoudra le carbonate de chaux (853, et sera, en un mot, une dissolution pure d'acide muriatique.

244. Opérez la liquéfaction d'un gaz de la manière décrite, celle du gaz acide sulfureux (898) ou du

cyanogène (892), parce qu'ils présentent le moins de danger.

245. Lorsque vous aurez obtenu un produit fluide à l'état de pureté, tel que le chlorure de phosphore, par exemple, renfermez-le dans un tube (863). Observez son action sur l'eau ou sur le papier de tournesol dans l'air atmosphérique (591), en ne laissant sortir par l'ouverture du tube que les petites portions nécessaires à ces expériences; puis renfermez le reste, en scellant de nouveau le tube à la lampe (863, 902, 1088).

246. Décomposez un poids donné (45) de chlorate de potasse dans un tube de verre (665, 448). Pesez le tube avec son contenu, après la décomposition (52), et constatez la perte de poids. Cette différence représentera le poids de l'oxigène contenu dans le sel ainsi analysé. Le résidu sera du chlorure de potassium.

247. Placez du tartrate de plomb dans un tube de verre (645, 848) dont vous effilerez l'extrémité sans la fermer (1085); chauffez le tartrate par degré, en commençant par l'extrémité la plus rapprochée de l'ouverture (869, 672); de cette manière vous dégagerez tous les produits volatils, et il ne restera qu'une poudre noire qui s'enflammera par le contact de l'air; mais, en scellant l'extrémité effilée du tube (1089), vous pourrez conserver pendant long-temps la poudre qu'il contient sans qu'elle subisse aucune altération.

248. Faites chauffer une dissolution à 100°, dans un tube placé dans un autre plus court, et d'un plus grand diamètre servant de bain-marie (237).

249. Congelez de l'eau dans un tube (848) à l'aide d'un morceau de glace et d'un peu de sel (241).

§ XVII. *Électricité.*

250. Frottez un tube de verre plein (940) avec un morceau de soie couvert d'amalgame (908); observez ses effets en l'approchant du visage ou d'un électromètre (931); frottez un bâton de cire ou de résine (940) avec un morceau de drap (933); remarquez son influence sur un électromètre (941) et sur les corps légers.

251. Opérez avec un électromètre de Bennets (931), après avoir produit d'abord la divergence des feuilles, en frottant légèrement le bouton avec une flanelle chaude; déterminez ensuite la nature de l'électricité produite (940). Rendez les feuilles divergentes par l'évaporation rapide de l'eau, et cherchez l'espèce d'électricité développée. Produisez la divergence par le contact de corps excités (932, 939), ainsi que par l'approche des même corps (933, 939) dans chacune de ces expériences; déterminez l'espèce d'électricité qui a produit l'effet observé (940). Isolez la substance dont vous voulez examiner l'électricité au moyen d'un morceau de laque ou de résine (989).

252. Développez le fluide électrique par la machine (906) en la chauffant avec soin en même temps que vous la mettrez en action (907); approchez la main du cylindre ou du plateau; observez les dards et les étincelles électriques qui s'échappent de la machine lorsqu'elle est en bon état. Mettez en place le principal conducteur (910), et tirez-en des étincelles avec la main ou à l'aide d'une boule métallique. Chauffez une

bouteille de Leyde, chargez et déchargez-la (916), remarquez combien de temps elle conserve la charge électrique (917).

253. Faites passer la charge d'une bouteille de Leyde à travers le fil métallique de l'eudiomètre; faites-la passer à travers des fils métalliques très-minces, et à travers de la poudre à canon, de manière à produire la combustion. Faites détoner un mélange explosif de gaz (921) dans l'eudiomètre, sur l'eau (919), puis sur le mercure. Isolez la bouteille, s'il est nécessaire, sur un plateau de cire ou de verre, ou sur une feuille de mica (987).

254. Faites un petit électrophore (927, 930), développez le fluide (928), observez les étincelles qui s'en détachent à l'approche des jointures des doigts. Chargez par l'électrophore (929) une bouteille de Leyde chauffée (916), et servez-vous-en pour produire la détonation d'un mélange de gaz (921) dans un tube-eudiomètre (923).

255. Chargez une batterie voltaïque (944), et mettez-la en action (945); essayez la décharge entre ses pôles, à l'aide de pointes de charbon (948), observez l'intensité de la lumière produite. Opérez la combustion de fils métalliques très-fins en faisant passer au travers la décharge électrique (986); plongez les pôles dans l'eau contenue dans un verre (953, 961), remarquez la décomposition qui a lieu. Décomposez des dissolutions salines contenues dans des tubes (961), en vous servant d'une feuille de platine pour augmenter la surface du contact (654). Recueillez les gaz (964) qui se dégagent pendant la décomposition de l'eau, et examinez-en la nature (884); celui qui se dégagera au pôle

positif sera de l'oxigène, tandis que celui qui se dégagera au pôle négatif sera de l'hydrogène (965). Remarquez que la quantité d'hydrogène produite est double de l'oxigène.

256. Observez les propriétés magnétiques d'un fil métallique (956) servant à faire communiquer les pôles de la batterie dont nous venons de parler (951); placez une aiguille aimantée au-dessus et au-dessous du fil métallique, et observez l'influence qu'il exerce sur elle (961); plongez une partie des mêmes fils métalliques dans de la limaille de fer, elle sera attirée de manière à former une espèce d'anneau tout autour du fil métallique, et cela n'aura pas lieu seulement sur une portion déterminée comme il arrive avec un aimant ordinaire. Tordez en spirale le fil qui unit les pôles; placez alors pendant un moment une grosse aiguille ou un petit barreau d'acier dans l'intérieur de la spirale; interrompez la communication voltaïque (956), retirez le barreau d'acier, et observez avec quelle promptitude il est devenu magnétique.

257. Prenez une pièce de zinc et une pièce d'argent, observez l'effet électrique particulier qu'elles produisent sur la langue (980); observez également leur effet sur des grenouilles, des poissons, des vers et autres petits animaux. Observez le pouvoir des deux métaux lorsqu'ils sont mis en contact, et plongés dans de l'acide étendu d'eau (976); cherchez à reconnaître à l'aide de la langue le pouvoir d'un fragment de métal, d'un fragment de verre ou de pierre (980), par rapport à leur conductibilité électrique.

258. Disposez une petite batterie voltaïque avec des sous ou des disques de cuivre, des pièces de zinc

(913) et des morceaux de drap humectés avec de l'acide étendu (945); déchargez-la à travers du charbon (948); essayez le pouvoir conducteur des différentes espèces de charbon; faites chauffer au rouge un fil de platine très-fin (986); servez-vous de la batterie pour décomposer de l'eau et des dissolutions salines (991), examinez l'influence magnétique qu'exerce sur l'aiguille aimantée un fil métallique communiquant avec ses deux pôles (956, (991).

259. Précipitez le cuivre d'une dissolution de sulfate du même métal dans un creuset de platine (485, 979), par la méthode du docteur Wollaston; séparez, par le lavage, le cuivre précipité sur le platine, et dissolvez ensuite le précipité dans un peu d'acide nitrique pur.

---

§. XVIII. *Luts, ciments.*

260. Couvrez une cornue de verre (463, 996) d'un lut d'une épaisseur uniforme (998); faites sécher avec soin (999).

261. Faites un lut un peu clair (1001), mélangez-y de la paille, du foin ou autres substances semblables (1003, 1004); couvrez-en une fiole (998), et faites sécher le lut pour servir à la préparation du pyrophore.

262. Couvrez un tube de terre (661) ou de verre (665) avec un lut épais (976), et entourez-le d'une bande de canevas (1005).

263. Fixez un creuset dans un autre (614) à l'aide d'un lut. Fixez alors le double creuset sur un

troisième qui devra lui servir de support (637, 1012).

264. Fixez un tube courbé au goulot d'un flacon de Florence (347, 448) avec du ciment de Parker (1018) ou du plâtre de Paris (1019), et vous pourrez vous en servir pour préparer l'acide carbonique (143). Placez une masse de ciment autour d'un tube, laissez-le durcir; coupez-le ensuite en forme de cône, usez-le légèrement, de manière à ce qu'il puisse fermer hermétiquement le goulot d'un flacon de Florence, ce qui formera un excellent flacon à gaz (706).

265. Ajustez hermétiquement une cornue et un récipient (440) à l'aide de bandes de vessies et de ficelle (1027). Servez-vous, pour le même usage, de lut gras (1017) ou de colle et de papier (1028).

266. Etablissez des communications entre des appareils au moyen des tubes de caoutchouc (416, 1032).

267. Examinez les flacons contenant des dissolutions d'acide muriatique et d'ammoniaque, pour vous assurer si les bouchons ferment hermétiquement (1040). Examinez s'il n'existe point quelque fissure dans le corps du récipient à gaz (761) ou dans les tubes qui établissent la communication (1040).

---

§ XIX. *Manière de souffler et de couper le verre.*

268. Courbez un tube de verre pour en faire un siphon (1062).

269. Bouchez quelques tubes (1069) à l'une de leurs extrémités (848). Elargissez (1056) l'ouverture d'un ou de deux de ces tubes. Contractez les ouvertures des

autres, de manière à former un col. Courbez-en quelques-uns en tubes-cornues (859, 1078).

270. Bouchez une des extrémités ouvertes d'un tube fort court (1077).

271. Ramollissez un tube par le milieu (1044); épaississez le verre de manière à former un anneau (1099), puis étirez-le afin d'y pratiquer un étranglement (1078).

272. Faites avec un tube un entonnoir (859, 1083) et une seringue (518, 1083).

273. Soufflez une boule à l'extrémité d'un tube (1093, 1095); ouvrez l'angle d'un tube-cornue (856, 1096) dans une certaine direction comme il est expliqué (886), afin qu'il puisse servir momentanément de cornue et de récipient pour les gaz (1098).

274. Soudez deux morceaux de tubes ensemble (1099). Scellez un fil de platine dans un tube (1100) pour opérer une décomposition à l'aide de la pile (961). Faites un petit eudiomètre à détonation (919); graduez-le ensuite (1014).

275. Travaillez des tubes de la grosseur d'un tuyau de plume (848, 1105) à l'aide d'une lampe à esprit de vin ordinaire (176) et du chalumeau à bouche (198). Bouchez-en quelques-uns (848, 1069), faites-en de petits tubes-cornues (1078); augmentez par le souffle la capacité de quelques autres (1093), de manière à en former des tubes récipiens et autres appareils. Enfin exécutez en petit toutes les opérations que nous avons indiquées sur une plus grande échelle.

276. Scellez hermétiquement un tube contenant de l'eau (1085, 1087), en ne laissant qu'un-demi pouce d'intervalle entre la surface de l'eau et la dernière extrémité scellée. Scellez de la même manière un tube

renfermant de l'éther (1088), en laissant alors une distance d'environ un pouce et demi entre le liquide et l'extrémité. Épaississez le verre de manière à lui donner la force nécessaire pour résister à la pression intérieure (1086); répétez la même opération sur un tube dans lequel vous aurez placé quelques fragmens de soufre. Rappelez-vous que, pour que l'opération soit bien faite, il faut donner à l'extrémité une surface unie et solide, sans faire fondre le soufre renfermé à la distance d'un pouce un quart ou un pouce et demi.

277. Renfermez hermétiquement de l'eau dans un tube purgé d'air (1092).

278. Coupez en deux un tube d'environ 12 pouces de longueur (1060); divisez chacune des parties en deux tubes bouchés à l'une de leurs extrémités, l'un de quatre et l'autre de deux pouces de long (1070); prenez un tube dont l'extrémité offre une fracture irrégulière; coupez-le de niveau (1060) à un demi-pouce de l'extrémité, ou dressez la partie fracturée, en enlevant à l'aide d'une lime les irrégularités (1123).

279. Coupez de vieilles cornues, des flacons ou des verres, à l'aide d'anneaux de fer (1109) ou d'une tige de fer chaud (1111); employez le même procédé pour enlever le col des flacons de Florence (1109); retranchez les bords fracturés des cloches à gaz (1119), etc.

280. Profitez de toutes les occasions d'acquérir l'habitude d'ébranler et d'enlever (1151) les bouchons de cristal qui adhèrent aux flacons (701); donnez la forme voulue à des morceaux de verre blanc (1123), au moyen de limes (1121), et en enlevant avec la pince les angles trop saillans (1123).

§ XX. *Propreté et nettoyage.*

281. Les règles prescrites dans cette portion de notre ouvrage trouveront à chaque instant leur application. Il est bon cependant de s'essayer à sécher l'intérieur des cornues des flacons, des bouteilles, après les avoir bien rincés; et de recourir, pour plus de facilité, aux moyens que nous avons indiqués (90, 1147). Il faudra enduire de cire ou de suif un bouchon de cristal (400, 701), avec les précautions indiquées, et observer avec soin le degré de résistance et la manière dont il affecte le toucher lorsqu'il est convenablement lubréfié (400).

289. Purifiez et nettoyez une portion de mercure souillé par la méthode du docteur Priestley (1174); servez-vous, pour une opération semblable, de nitrate de mercure (1175); et si le mercure contient de la poussière, nettoyez-le en y ajoutant du sucre en poudre, et agitant fortement le flacon qui le contient (1166).

§ XXI et XXII. *Manière de se servir de l'échelle des équivalens, etc.*

288. Déterminez à l'aide de l'échelle (1198) la quantité d'acide nitrique nécessaire pour dissoudre 478 grains de carbonate de chaux (1210), et la quantité de carbonate de potasse cristallisée qu'il faut employer (1211) pour précipiter le nitrate produit.

284. Cherchez sur l'échelle la quantité d'acide sulfurique contenu dans le sulfate de baryte de l'exp. 104.

285. Déterminez la quantité d'acide muriatique et de baryte (1209) qui doit se trouver dans le chlorure d'argent et dans le sulfate de baryte de l'exp. 105.

286. Cherchez, à l'aide de l'échelle, quelle est la quantité de cuivre à l'état métallique et d'oxide de cuivre (1212) qui doit se trouver dans l'expérience 110.

287. Déterminez la quantité de matières terreuses, d'acide et d'eau, qui entre dans la composition de 250 grains de sulfate de magnésie cristallisée (1214); déterminez également les proportions de soufre, d'oxigène et d'hydrogène renfermées dans l'acide et dans l'eau de ce sel (1312).

288. Déterminez, à l'aide de l'échelle (1212), les points indiqués, en opérant sur 800 grains de sulfate de cuivre.

289. Quelles sont les proportions de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie, de potasse et de soude nécessaires pour neutraliser 320 grains d'acide sulfurique sec (1206, 1209)? Quelles sont les quantités des carbonates des mêmes bases capables de produire le même effet?

290. Assurez-vous de l'exactitude de toutes les proportions obtenues à l'aide de l'échelle (1209), en les calculant d'après une table d'équivalens.

§ XXIII. *Mélanges.*

291 — 293. Essayez un mélange d'une faible dissolution de sulfate de cuivre et de muriate de chaux

dans des vases de papier (1222), pour en reconnaître les élémens.

294. Versez quelques gouttes d'une faible dissolution de phosphate à base de potasse ou de soude sur une feuille de papier blanc, et quelques gouttes d'une faible dissolution d'arséniate de potasse sur une autre portion de la même feuille (1222); faites passer un morceau de nitrate d'argent sur les deux portions mouillées, en appuyant sur le papier, et observez la différence que présentent les deux précipités.

295. Faites bouillir une demi-pinte d'eau dans un vase de papier (1222).

296. Préparez une dissolution d'alun (536), et faites-la cristalliser (537) dans des vases de papier huilé ou ciré (1822); enlevez les cristaux les plus parfaits, et conservez-les dans des tubes de papier (1227).

297. Faites chauffer de l'arsenic blanc sur une feuille de platine (1239), à l'aide d'une petite lampe à esprit de vin (176, 182); chauffez alors une partie de la feuille dans une flamme plus large (182), en l'inclinant un peu; afin que l'hydrogène de la flamme puisse se mélanger avec les vapeurs de l'arsenic. Faites également chauffer de l'arsenic sur un morceau de charbon de terre allumé; observez la différence de l'odeur dans ces deux cas; cette odeur est produite par la réduction d'une partie de l'arsenic blanc à l'état métallique.

298. Faites un petit tube capillaire (1079); vérifiez le diamètre intérieur à l'aide d'une petite quantité de mercure, et graduez-le (1255) de manière à en former un manomètre (1254).

299. Maintenez un fil de platine en ignition dans la vapeur de l'éther.

300. Opérez la sublimation d'un peu de cinabre (869)

dans un tube (848) n'ayant qu'un pouce et demi de longueur (1221).

301. Faites sublimer de la naphtaline placée dans un tube (871), recevez les produits de la sublimation dans un long tube ouvert fixé sur le premier à l'aide d'un bouchon percé (1220, 432).

302. Mettez un fragment de camphre au fond d'un tube de deux pieds de longueur, et observez-en l'odeur au moyen d'un autre tube (1250).

303. Essayez la phosphorescence du fluate de chaux et des différentes espèces de carbonates de la même base (1266).

304. Mélangez des volumes égaux d'hydrogène et de chlore sur la cuve à eau ; transvasez diverses portions du mélange dans des tubes de verre (848, 880), en vous servant d'entonnoirs de papier (1228), s'il est nécessaire ; exposez ensuite ces mélanges à la lumière du soleil (4, 1272), et observez l'explosion qui a lieu aussitôt.

305. Observez les effets de la lumière des rayons solaires et de la lumière du jour sur du nitrate ou du chlorure d'argent (4, 1273), étendu sur une feuille de papier. Répétez l'expérience de M. Wedgwood, en vous servant des verres d'une lanterne magique.

306. Faites un aimant (1282), faites une aiguille magnétique (1282), et suspendez-la d'une manière convenable (1281); essayez avec cette aiguille (1276) un morceau de minerai de fer de l'île d'Elbe, soit en l'approchant à plusieurs reprises, soit par la méthode d'Haüy (1278).

307. Ecrivez lisiblement sur un tube de verre avec un diamant à écrire ; choisissez pour cela un tube d'un demi à un quart de pouce de diamètre.

308, 309. Faites évaporer de l'eau minérale jusqu'à un huitième de son volume primitif (566); essayez-la ensuite sur une plaque de verre (1234); faites cristalliser une dissolution de nitre ou de sel sur un plateau de verre (538, 1234), examinez la forme des cristaux (552).

310. Congelez une petite portion d'eau dans un morceau d'étain en feuilles (1265), au moyen d'un mélange de glace et de sel.

311. Gravez sur le verre par l'acide fluorique (1251), en plaçant le mélange d'acide sulfurique et de fluate de chaux dans une capsule de plomb (1236, 1252).

312. Établissez un circuit électrique simple (1239, 876); observez son influence sur l'aiguille aimantée.

313. Précipitez une dissolution d'acétate de plomb à l'aide d'une lame de zinc (1238); essayez la dissolution dans des vases de papier (1222), afin d'être assuré que la précipitation est complète.

314. Brûlez des filamens de zinc (1238) dans la flamme d'une lampe ou d'une chandelle.

315. Opérez la fusion d'un petit morceau de plomb dans une feuille de platine (1239), et remarquez avec quelle promptitude le platine se liquéfie en raison de l'alliage qui se forme (687); du sulfure de plomb produira le même effet. Chauffez à blanc sur la feuille de platine un peu d'argent ou d'oxide de fer, elle ne sera pas endommagée (1269).

316. Cherchez à distinguer des fils d'argent et de platine par la différence de leur pouvoir conducteur de la chaleur (1243).

317. Faites sublimer une portion de calomel dans un tube (869), recouvrez la moitié du tube d'une

enveloppe à partir de l'extrémité inférieure (1237), de manière à conserver la chaleur (678), et à empêcher la condensation dans cette partie du tube; séparez-en ensuite l'extrémité en la plongeant dans du mercure froid (1242).

318. Placez une planche à deux ou trois pouces d'un fourneau allumé; couvrez-en la moitié avec une feuille de fer-blanc (1244), et observez la différence qui existe entre la partie garantie et celle qui ne l'est pas.

FIN DES MANIPULATIONS CHIMIQUES.

NOTES.

Page 38 de ce volume. Il existe un autre procédé pour opérer la liquéfaction des gaz, tels que le cyanogène et plusieurs autres gaz, sans avoir recours à une aussi forte pression, et sans s'exposer, par conséquent, aux chances d'explosion. Il consiste à remplacer la pression par un abaissement suffisant de température.

Si l'on opère sur le gaz l'acide sulfureux, il suffira, pour le liquéfier, de l'exposer au froid produit par un mélange de deux parties de sel sur une de glace pilée ou de neige. L'appareil est composé d'un matras contenant une partie de mercure et quatre ou cinq d'acide sulfureux. Ce matras communique avec trois éprouvettes placées à la suite l'une de l'autre : la première est vide, et environnée seulement de glace ou d'eau à zéro, la deuxième contient du chlorure de calcium, et la troisième plonge dans le mélange réfrigérant dont il a été parlé. A cette dernière se trouve adapté un tube recourbé propre à recueillir les gaz ; l'extrémité de ce tube plonge d'un pouce dans le mercure, afin que dans le courant de l'opération l'on puisse s'assurer qu'il ne se perd pas dans l'atmosphère une seule bulle d'acide sulfureux. Lorsque le gaz se dégage du matras où il se produit, il passe dans la première éprouvette, où il dépose l'acide sulfurique et une grande portion de l'eau qu'il pouvait avoir entraîné. Passant ensuite dans la deuxième, il achève de se dessécher sur le chlorure de calcium, d'où il se rend dans la troisième éprouvette plongée dans le mélange de glace et de sel : il s'y condense alors en un liquide incolore très-volatil, très-odorant, jouissant, en un mot, de toutes les propriétés de l'acide sulfureux.

Pour obtenir le cyanogène liquide, le refroidissement doit être beaucoup plus considérable, tel, par exemple, que celui qui résulte de l'évaporation de l'acide sulfureux à l'air. Voici de quelle manière il convient d'opérer : à la cornue qui contient le cyanure de mercure desséché on adapte un tube à deux branches courbé à angle droit ; l'une des deux branches, celle qui est fixée sur le col de la cornue, se trouve placée horizontalement, et porte vers son milieu un renflement sphérique d'un pouce et demi à deux pouces de diamètre. Cette espèce de boule doit être enveloppée de coton, et lorsque le cyanogène commence à se dégager, et qu'on suppose que tout l'air atmosphérique est chassé, on verse goutte à goutte de l'acide sulfureux liquide sur le coton, on favorise sa vaporisation par un léger courant d'air. Dès lors le cyanogène se condense en un liquide que l'on peut très-bien observer en enlevant le coton qui recouvre la boule ; quelquefois même on l'obtient solide et cristallisé. Il convient, pour plus de sûreté, de faire plonger dans le mercure, à la profondeur de deux ou trois pouces, la branche verticale du tube qui porte la boule.

Une disposition semblable d'appareil s'applique à la liquéfaction du chlore, de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré, mais lorsque ces gaz peuvent être supposés contenir de l'eau, on doit toujours les faire passer préalablement par un tube renfermant du chlorure de calcium.

Page 255, premier volume. Le mot *azotane* est employé pour désigner le chlorure d'azote ; mais cette nomenclature, proposée par M. Davy, ne paraît pas avoir été adoptée. A. B.

TABLES DE RÉDUCTION

DES MESURES ET POIDS D'ANGLETERRE, AUX MESURES ET POIDS DE FRANCE (1).

Les tables qui suivent donnent les valeurs et leurs produits, par 1, 2, 3, . . 9, des mesures et des poids les plus communément énoncés dans les écrits des chimistes anglais.

On a compris dans ces tables, non-seulement les valeurs anglaises et celles du système métrique français, mais encore les valeurs correspondantes des autres poids et mesures de France. On a aussi ajouté les comparaisons des échelles des trois thermomètres les plus usités; il peut être commode d'avoir ces diverses réductions rassemblées en quelques pages.

Voici les évaluations qu'on a prises pour bases des calculs :

1° 10 pieds d'Angleterre égalent 9,383 pieds de France; (Tib. Cavallo.)

2° Le mètre = 0,513074 toises : c'est la valeur adoptée par la commission des poids et mesures; (Base du système métrique décimal, tome III, pag. 135.)

(1) Ces tables, que l'on a cru devoir ajouter à la fin de l'ouvrage pour en faciliter l'intelligence, sont dues à M. N. M. Chompré, et extraites de l'ouvrage de Thomson. A. B.

3° L'once de France = 472,49 grains Troy; (Tib. Cavallo.)

4° Le kilogramme = 18827,15 grains poids de marc (Lefèvre Gineau, Journal de physique, tome XLIX.), ce qui donne, à très-peu près, 53,114 milligrammes pour la valeur du grain, poids de marc.

Ces tables, déjà insérées dans plusieurs ouvrages de chimie, sont reproduites ici avec quelques changemens; et les valeurs métriques y sont portées à une approximation qui suffit dans la plupart des cas.

1.

Valeurs en lignes de France et en millimètres de la ligne d'Angleterre, de son carré, de son cube, et de leurs multiples, par 1, 2, 3, ... 9.

LIGNE anglaise.	Ire PUISSANCE		CARRÉ		CUBE	
	lig. franç.	millim.	lig. fr. carrée	millim. carr.	lig. fr. cube.	millim. cube.
1	0,9383	= 2,1166	0,88041	=4,47999	0,8261	= 9,4823
2	1,8766	4,233	1,76082	8,96	1,6522	18,965
3	2,8149	6,350	2,64123	13,44	2,4783	28,447
4	3,7533	8,466	3,52164	17,92	3,3044	37,929
5	4,6916	10,583	4,40205	22,40	4,1305	47,412
6	5,6299	12,700	5,28246	26,88	4,9566	58,894
7	6,5682	14,816	6,16287	31,36	5,7827	66,376
8	7,5065	16,933	7,04328	35,84	6,6088	75,859
9	8,4448	19,049	7,92369	40,32	7,4349	85,341

On a de même:

MESURES ANGLAISES.		MESURES FRANÇAISES.
1 pouce.	= 0,9383	pouce.
1 pied.		pied.
1 pouce carré.	= 0,88041	pouce carré.
1 pied carré.		pied carré.
1 pouce cube.	= 0,8261	pouce cube.
1 pied cube.		pied cube.

2.

Valeur métrique du pouce anglais, de son carré, et de son cube.

POUCES ANGLAIS.	1re PUISSANCE.	CARRÉ.	CUBE.
	millim.	millim. carrés.	centim. cubes.
1	25,3997	645,14476	16,38648
2	50,799	1290,290	32,773
3	76,199	1935,434	49,159
4	106,599	2580,579	65,546
5	126,999	3225,724	81,932
6	152,398	3870,869	98,319
7	177,798	4516,013	114,705
8	203,198	5161,158	131,092
9	228,597	5806,303	147,478

3.

Valeur métrique du pied anglais, de son carré et de son cube.

PIED ANGLAIS.	1re PUISSANCE.	CARRÉ.	CUBE.
	millim.	centim. carrés.	décim. cubes.
1	304,796	929,006	28,31573
2	609,592	1858,012	56,631
3	914,388	2787,018	84,947
4	1219,184	3716,024	113,263
5	1523,980	4645,030	141,579
6	1828,776	5574,036	169,894
7	2133,572	6503,042	198,210
8	2438,368	7432,048	226,526
9	2743,164	8361,054	254,842

1 centimètre = 0,369413 pouce français = 0,393710 pouce anglais.

1 centimètre carré = 0,136466 pouce français carré = 0,155008 pouce anglais cube.

1 centimètre cube = 0,050412 pouce français cube = 0,061028 pouce anglais cube.

Le *fathom* = 6 pieds anglais = 5,6298 pieds français = 1,829 mètres.

L'*yard* = 3 pieds anglais.

Le mille anglais = 1 kilomètre 609,315 mètres.

Le mille anglais carré = 2 kilomètres carrés 58,9894 hectomètres carrés.

Le mille anglais cube = 4 kilomètres cubes 167,95526 hectomètres cubes.

4.

VALEUR DU GRAIN TROY EN GRAINS POIDS DE MARC OU GRAINS FRANÇAIS ET EN MILLIGRAMMES.			VALEUR DU GRAIN POIDS DE MARC EN GRAINS TROY ET EN MILLIGRAMMES.		
GRAIN TROY.	GRAINS POIDS DE MARC.	MILLIG.	GRAIN POIDS DE MARC.	GRAINS TROY.	MILLIG.
1 =	1,219 =	64,75	1 =	0,8203 =	53,11
2	2,438	129,50	2	1,6406	106,23
3	3,657	194,25	3	2,4609	159,34
4	4,876	259,00	4	3,2812	212,46
5	6,095	323,75	5	4,1015	265,57
6	7,314	388,50	6	4,9218	318,68
7	8,533	453,25	7	5,7421	371,80
8	9,753	518,00	8	6,5624	424,91
9	10,972	582,75	9	7,3827	478,03

24 grains Troy = 1 penny-weight; 480 grains Troy = 1 once Troy.

5.

SI N POUCES CUBES ANGLAIS PÈSENT	N CENTIMÈTRES CUBES PÈSENT	SI N GRAINS TROY DONNENT UN VOLUME DE	N GRAMMES DONNENT UN VOLUME DE
GRAINS TROY.	MILLIGRAMMES.	POUCES CUBES ANGLAIS.	CENTIMÈTRES CUBES.
1 . .	3,95142	1 . .	253,1
2 . .	7,90284	2 . .	506,1
3 . .	11,85426	3 . .	759,2
4 . .	15,80568	4 . .	1012,3
5 . .	19,75710	5 . .	1265,4
6 . .	23,70852	6 . .	1518,4
7 . .	27,65994	7 . .	1771,5
8 . .	31,61136	8 . .	2024,6
9 . .	35,56278	9 . .	2277,6

Au moyen de la table 5, on peut substituer aux poids anglais et aux volumes correspondans, des poids et des volumes français qui leur soient respectivement en mêmes rapports.

Les nombres de cette table serviraient aussi pour les substitutions inverses, c'est-à-dire de poids et volumes anglais aux poids et volumes français : si N milligrammes donnent en volume 1 centimètre cube, N grains Troy donneront, en volume, 3,95142 pouces cubes anglais; ainsi les nombres des deux premières colonnes de la table 5 s'appliquent à cette première conversion. De même, si N centimètres cubes pèsent un gramme, N pouces cubes anglais pèseront 253,1 grains Troy, et les nombres des deux dernières colonnes de la table 5 serviront pour cette seconde conversion.

6.

Valeur de l'once Troy (=480 grains Troy).

ONCE TROY.	VALEUR EN ONCES DE FRANCE.		VALEUR EN GRAMMES.
	onces.	grains.	
1	= 1	9,148	= 31,080
2	2	18,296	62,160
3	3	27,444	93,240
4	4	36,592	124,320
5	5	45,740	155,400
6	6	54,888	186,480
7	7	64,036	217,560
8	8	73,184	248,640
9	9	82,332	279,720
10	10	91,480	310,800
11	11	100,628	341,880
12	12	109,776	372,960

L'once poids de marc ou l'once de France = 472,49 grains Troy = 30,594 grammes.

L'once Troy est à l'once poids de marc :: 10,000 : 9844.

L'once poids de marc est à l'once Troy :: 10,000 : 10159.

7.

Valeur en grammes de la livre ou pound Troy. (12 onces Troy = 5760 grains Troy.)

LIVRE TROY.	GRAMMES.
1	= 372,960.
2	745,921.
3	1118,881.
4	1491,841.
5	1864,402.
6	2237,762.
7	2610,723.
8	2983,683.
9	3356,643.

Le poids Troy (*Troy-weight*) est en usage en Angleterre pour les marchandises et les objets de prix, ou dont la pesée exige de la précision. Les pharmaciens font aussi usage de la livre Troy et de l'once Troy pour le débit des drogues. Leur poids (*apothecary weight*) ne diffère du Troy-weight que par plus de sous divisions. Ils divisent l'once Troy en 8 drams ou 24 scrupules, ou 480 grains Troy (1); ainsi leur scrupule = 20 grains Troy = 1,295 grammes, et leur dram = 3,884 grammes.

8.

Valeur en grammes de la livre, avoir du poize ou avoir du pois et de ses divisions.

La livre ou pound avoir du poize composée de 16 onces ou de 256 drams = 7000 (2) grains Troy; l'once = 437,5 grains Troy; le dram = 27,34375 grains Troy; 112 livres avoir du poize = 1 quintal = 4 quarters = 8 stones. (Ce poids sert pour les métaux communs, les épiceries, les ballots, etc.)

(1) La livre des apothicaires, ou livre médicinale de Nuremberg, en usage dans toute l'Allemagne, se divise de même en 12 onces, et l'once en 8 drachmes = 24 scrupules = 480 grains de Nuremberg.

Le grain de Nuremberg = 17,43463541 6 *richt-pfenning*, le grain de France = 14,90104 *richt-pfenning*, ainsi le gramme ou 18,82715 grains de France = 16,09102256 grains de Nuremberg = 280,54411 5236 *richt-pfenning*.

Le grain de Nuremberg est donc plus faible que le grain Troy, à peu près dans le rapport de 15,444 (valeur du gramme en grains Troy) à 16,091.

(2) Les premières éditions de ces tables portaient 7004; la valeur de la livre avoir du poize en poids Troy n'est pas fixée avec précision dans les auteurs. Si on déduit cette valeur de divers passages des *Elements of natural or experimental Philosophy* (Tib. Cavallo, Londres, 1803), on trouve qu'elle répond à 6997,28, à 7000,46, à 7000,99, à 7004 grains Troy. Cette dernière valeur se trouvait aussi dans les anciennes tables de réduction de la Bibliothèque britannique (auxquelles les rédacteurs ont substitué celles-ci, telles qu'elles ont paru dans la traduction du Système de chimie de Thomson).

M. M. W. Henry et Thomson évaluent l'once avoir du poize à 437,5 grains Troy, ou la livre avoir du poize à 7000 grains Troy, et c'est probablement sa valeur exacte.

LIVRE AVOIR DU POIDS.	VALEUR EN GRAMMES.	ONCE AVOIR DU POIDS.	VALEUR EN GRAMMES.	DRAM AVOIR DU POIDS.	VALEUR EN GRAMMES.
1	= 453,25	1	= 28,328	1	= 1,771
2	906,50	2	56,656	2	3,541
3	1359,75	3	84,984	3	5,312
4	1813,00	4	113,312	4	7,082
5	2266,25	5	141,640	5	8,853
6	2719,50	6	169,968	6	10,623
7	3172,75	7	198,296	7	12,394
8	3626,00	8	226.624	8	14,164
9	4079,25	9	254,952	9	15,935
10	4532,50	10	283,280	10	17,705
20	9065,00	11	311,608	11	19,476
30	13697,50	12	339,938	12	21,246
40	18130,00	13	368,264	13	23,017
50	22662,50	14	396,592	14	24,787
100	45325,00	15	424,920	15	26,558
200	90650,00	16	453,248	16	28,328

9.

Valeur du kilogramme en livre avoir du poize; le kilogramme = 15444,000535 grains Troy.

KILOGRAMMES.	AVOIR DU POIZE.		
	LIVRE.	ONCE.	DRAM.
1 . . .	= 2	3	4,81
2 . . .	4	6	9,62
3 . . .	6	9	14,43
4 . . .	8	13	3,24
5 . . .	11	0	8,05
6 . . .	13	3	12,85
7 . . .	15	7	1,66
8 . . .	17	10	6,47
9 . . .	19	13	11,28
10 . . .	22	1	0,09
20 . . .	44	2	0,18
30 . . .	66	3	0,27
40 . . .	88	4	0,37
50 . . .	110	5	0,46
100 . . .	220	10	0,92

10.

RAPPORT DU PINT (DE VIN) AU LITRE.

Le pint de bière, à Londres, = 35,25 pouces cubes anglais; le pint de vin = 28,875 pouces cubes anglais. C'est ce dernier pint qu'on désigne lorsqu'il n'y a pas d'explication contraire.

PINT.		LITRE.	LITRE.		PINT.
1	=	0,473	1	=	2,114
2		0,946	2		4,227
3		1,419	3		6,341
4		1,892	4		8,454
5		2,366	5		10,568
6		2,839	6		12,681
7		3,312	7		14,795
8		3,785	8		16,908
9		4,258	9		19,022

2 pints = 1 quart.

4 quarts = 1 gallon.

Le litre = 61,028 pouces cubes anglais = 1 décimètre cube.

Le volume de l'once-mesure anglaise (ou de l'once Troy d'eau) = 1,898 pouces cubes anglais = 31,102 centimètres cubes.

11.

Comparaison du thermomètre de Fahrenheit avec le thermomètre centigrade et le thermomètre de Réaumur, à partir de 13° Fahrenheit = 25° centig. = 20° Réaumur.

FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.
−13°	−25°»	−20°»	+1°	17°22	13°78	15°	9°44	7°56
12	24,44	19,56	2	16,67	13,33	16	8,89	7,11
11	23,89	19,11	3	16,11	12,89	17	8,33	6,67
10	23,33	18,67	4	15,56	12,44	18	7,78	6,22
9	22,78	18,22	5	15,»	12,»	19	7,22	5,78
8	22,22	17,78	6	14,44	11,56	20	6,67	5,33
7	21,67	17,33	7	13,89	11,11	21	6,11	4,89
6	21,11	16,89	8	13,33	10,67	22	5,56	4,44
5	20 56	16,44	9	12,78	10,22	23	5,»	4,»
4	20,»	16,»	10	12,22	9,78	24	4,44	3,56
3	19,44	15,56	11	11,67	9,33	25	3,89	3,11
2	18,89	15,11	12	11,11	8,89	26	3,33	2,67
1	18,33	14,67	13	10,56	8,44	27	2,78	2,22
0	17,78	14,22	14	10,»	8,»	28	2,22	1,78

FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.
29°	1°67	1°33	74°	23°33	18°67	119°	48°33	38°67
30	1,11	0,89	75	23,89	19,11	120	48,89	39,11
31	+0,56	0, 4	76	24,44	19,56	121	49,44	39,56
32	0,»	0,»	77	25,»	20,»	122	50,»	40,»
33	0,56	0,44	78	25,56	20,44	123	50,56	40,44
34	1,11	0,89	79	26,11	20,89	124	51,11	40,89
35	1,67	1,33	80	26,67	21,33	125	51,67	41,33
36	2,22	1, 8	81	27,22	21,78	126	52,22	41,78
37	2,78	2,22	82	27,78	22,22	127	52,78	42,22
38	3,33	2,67	83	28,33	22,67	128	53,33	42,67
39	3,89	3,11	84	28,89	23,11	129	53,89	43,11
40	4,44	3,56	85	29,44	23,56	130	54,44	43,56
41	4,»	4,»	86	30,»	24,»	131	55,»	44,»
42	5,56	4,44	87	30,56	24,44	132	55,56	44,44
43	6,11	4,89	88	31,11	24,89	133	56.11	44,89
44	6,67	5,33	89	31,67	25,33	134	56,67	45,33
45	7,22	5,78	90	32,22	25,78	135	57,22	45,78
46	7,78	6,22	91	32,78	26,22	136	57,78	46,22
47	8,33	4,67	92	33,33	26,67	137	58,33	46,67
48	8,80	7,11	93	33,89	27,11	138	58,89	47,11
49	9,44	7,56	94	34,44	27,56	139	59,44	47,56
50	10,»	8,»	95	35,»	28,»	140	60,»	48,»
51	10,55	8,44	96	35,56	28,44	141	60,56	48,44
52	11,11	8,89	97	36,11	28,89	142	61,11	48,89
53	11,67	9,33	98	36,67	29,33	143	61,67	49,33
54	12,22	9,78	99	37,22	29,78	144	62,22	49,78
55	12,78	10,22	100	37,78	30,22	145	62,78	50,22
56	13,33	10,67	101	38,33	30,67	146	63,33	50,67
57	13,89	11,11	102	38,89	31,11	147	63,89	51,11
58	14,44	11,56	103	39,44	31,56	148	64,44	51,56
59	15,»	12,»	104	40,»	32,»	149	65,»	52,»
60	15,56	12,44	105	40,56	32,44	150	65,56	52,44
61	16,11	12,89	106	41,11	32,89	151	66,11	52,89
62	16,67	13,33	107	41,67	33,33	152	66,67	53,33
63	17,22	13,78	108	42,22	33,78	153	67,22	53,78
64	17,78	14,22	109	42,78	34,22	154	67,78	54,22
65	18,33	14,67	110	43,33	34,67	155	68,33	54,67
66	18,89	15,11	111	43,89	35,11	156	68,89	55,11
67	19,44	15,56	112	44,44	35,56	157	69,44	55,56
68	20,»	16,»	113	45,»	36,»	158	70,»	56,»
69	20,56	16,44	114	45,56	36,44	159	70,56	56,44
70	21,11	16,89	115	46,11	56,89	160	71,11	56,89
71	21,67	17,33	116	46,67	37,33	161	71,67	57,33
72	22,22	17,78	117	47,22	37,78	162	72,22	57,78
73	22,78	18,22	118	47,78	38,22	163	72,78	58,22

FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.	FAH.	CENT.	RÉA.
164°	73°33	58°67	180°	82°22	65°78	196°	91°11	72°89
165	73,89	59,11	181	82,78	66,22	197	91,67	73,33
166	74,44	59,56	182	83,33	66,67	198	92,22	73,78
167	75,»	60,»	183	83,89	67,11	199	92,78	74,22
168	75,56	60,44	184	84,44	67,56	200	93,33	74,67
169	76,11	60,89	185	85.»	68,»	201	93,89	75,11
170	76,67	61,33	186	85,56	68,44	202	94,44	75,56
171	77,22	61,78	187	86,11	68,89	203	95,»	76,»
172	77,78	62,22	188	86,67	69,33	204	95,56	76,44
173	78,53	62,67	189	87,22	69,78	205	96,11	76,89
174	78,89	63,11	190	87,78	70,22	206	96,67	77,33
175	79,44	63,56	191	88,33	70,67	207	97,22	77,78
176	80,»	64,»	192	88,89	71,11	208	97,78	78,22
177	80,56	64,44	163	89,44	71,56	209	98,33	78,67
178	81,11	64,89	194	90,»	72,»	210	98,89	79,11
179	81,67	65,33	195	90,56	72,44	211	99,44	79,56
						212	100,»	80,»

Le zéro du pyromètre de Wedgewood répond à 580° 56′ du thermomètre centigrade, ou à 1077° du thermomètre de Fahrenheit.

Chaque degré de variation du pyromètre de Wedgewood répond à un intervalle de 72° 22 minutes 22 secondes du thermomètre centigrade, ou de 130 degrés du thermomètre de Fahrenheit. Ainsi, par exemple, 185° du pyromètre de Wedgewood = 580° 56′ centigrade + 72° 22′ 22″ centig. × 185 = 13941° 67′ centigrades.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

SECTION XVI. Chimie des tubes. 1
SECTION XVII. Electricité. 47
SECTION XVIII. Luts, cimens. 101
SECTION XIX. Manière de courber, de souffler et de couper le verre. 118
SECTION XX. De la propreté du laboratoire et des ustensiles. 164
SECTION XXI. Règles générales pour la tenue d'un laboratoire. 190
SECTION XXII. Emploi des équivalens, échelle de Wollaston. 198
SECTION XXIII. MÉLANGES.
§ I. Bouchons de liège. 214
§ II. Papier. . . . . *ibid*
§ III. Usages du fil de laiton. 215
§ IV. Usages des plateaux ou obturateurs de verre. 216
§ V. Usages des métaux en lames ou en feuilles. 217
§ VI et VII. Moyens de transmettre la chaleur. 219
§ VIII. Observations sur les pouvoirs absorbans et réfléchissans des corps. 221
§ IX. Manière d'écrire sur le verre. 223
§ X. Manière de flairer à l'aide d'un tube. . . 225
§ XI. Gravure sur verre. . . . . *ibid*
§ XII. Manomètres. 227
§ XIII. Ecrans et masques pour les yeux et la figure. 231

§ XIV. Procédé pour étamer le verre. . . . 232
§ XV. Phosphorescence. 233
§ XVI. Milieux à travers desquels on peut observer la direction des rayons lumineux. . 235
§ XVII. Emploi des rayons solaires. 236
§ XVIII. Magnétisme. 237
SECTION XXIV.
§ I. Cours d'expériences instructives. . . . 244
§ II. Balance, poids, etc. 245
§ III. Mesures, mesurage, etc. 246
§ IV. Applications de la chaleur. 250
§ V. Division des corps solides. 254
§ VI. Dissolutions, digestions et infusions. . . 256
§ VII. Distillation, sublimation, etc. . . . 260
§ VIII. Des précipités. 264
§ IX. Filtration, décantation, lavage. . . . 267
§ X. Cristallisation. 270
§ XI. Evaporation, dessiccation. 272
§ XII. Réactifs colorés, neutralisation. . . . 274
§ XIII. Opérations qui exigent le concours des creusets. 277
§ XIV. Des opérations qui se font sur les fourneaux à tubes. 281
§ XV. Manipulations sur la cuve pneumatique. 284
§ XVI. Chimie des tubes. 298
§ XVII. Électricité. 303
§ XVIII. Luts, cimens. 306
§ XIX. Manière de souffler et de couper le verre. 307
§ XX. Propreté et nettoyage. 310
§ XXI et XXII. Manière de se servir des équivalens. 310
§ XXIII. Mélanges. 312

FIN DE LA TABLE DU SECOND VOLUME.

INDEX.

Nota. — Les chiffres désignent les *alinéas*, comme ceux de la table désignent les pages.

A

Acide acétique; manière d'en déterminer la force, 605.
— muriatique; son usage comme dissolvant, 578.
— gazeux, 775.
— condensé, 899.
— dissous, 790.
— préparations avec l'acide muriatique, (204 exp.).
— nitrique distillé, 438 et suiv.
— son emploi comme dissolvant, 377.
— sulfurique employé comme moyen de dessiccation, 555.
— employé pour l'alkalimétrie, 599, 602.
— distillé, 409.
— précipité, 474 et suiv.
— employé pour sécher les gaz, 832.
— pour la pile voltaïque, 945.
— sulfureux, 898.
— distillé, 415.
— tartrique; son influence sur la solubilité de certains corps, 381.
Acides; leurs usages comme dissolvans, 377.
— manière d'en déterminer la force, 606.
— d'en reconnaître la présence, 593.
— filtres pour les acides, 520.
Aéromètre de Hall, 824.

Agitateurs, 348, 1060.
Aiguilles magnétiques, 991, 1274 et suiv.
— manière de les aimanter, 1279 et suiv.
Aikin (fourneau d') 162.
Air; manière de le retirer des vaisseaux, 805, 810.
— d'en prendre le poids, 825.
— employé pour chauffer les substances, 246.
— étuve à air, 575.
— fourneau à vent ou à air, 160, 161.
— récipient à air ou à gaz, 761.
— cloches à air ou à gaz, 699 et suiv.
— tubes à air, 880.
— manière de nettoyer les tubes et les cloches, 1142, 1143.
— machine pneumatique, 800.
— manière de l'éprouver, 801.
— de la conserver, 25.
— de faire le vide, 801, 804.
— évaporation sous le vide, 555.
— thermomètre à air, 272 et suiv.
Alambic, 157, 391, 460.
Alcohol; manière de le décomposer dans les tubes, 684.
— (bains d'), 245.
— thermomètre à alcohol, 260, 265.
— employé comme dissolvant, 374 et suiv.
— comme combustible, 176 et 187.
— caractères de sa flamme, 177 et suiv.
Alkalis; manière d'en reconnaître la présence, 591 et suiv.
— manière d'en déterminer la force, 600 et suiv.
Alkalimétrique acide, 599.
— tube, 598.
Alkalimétrie, 597 et suiv.
Alkalins dissolvans, 379.
— terres alkalines décomposées dans des tubes, 689.
Alliage, 647.
Amalgame appliqué sur la soie, 908.
Amande (pâte d'), 1031.
Ammoniacal, gaz recueilli dans des bouteilles, 774.
— expériences dont il est l'objet (205 exp.).
Ampoules de verre; manière de les souffler, 1093, 1098.
— de les remplir de liquide, 85 et suiv.
Analyse; pulvérisation des corps pour l'analyse, 312.
Anneaux garnis de lisière; leur usage, 59.

Anneaux pour les bains de sable, 156.
Appareils; chambre pour les déposer, 25, 26.
— de Glauber, 788.
— de Woulf, 440, 788.
— remplacé par des tubes, 889.
Argand (lampe d'), 189.
— à double mèche, 190.
Argent; (bassins d'), 345.
— divisé, 331.
— (creusets d'), 622.
— précipité, 484.
Armoires ou buffets; leur disposition, 11.

B

Baguettes de verre pour transvaser les liquides sans en perdre, 369, 522.
— manière de les couper, 1060, 1107 et suiv.
— leurs autres emplois, 348, 1060.
— de bois, 1135.
Bains alcoholiques, 245.
— mercuriels, 241.
— métalliques, 240 et suiv.
— de sable, 153 et suiv., 354.
— de dissolution, 239.
— de vapeur, 249 et suiv.
— d'eau ou bains-marie, 234 et suiv.
Balance, 28 et suiv. (1 et suiv. exp.).
— de Black, 100.
— temporaire, 99.
— pour prendre les pesanteurs spécifiques, 71 et suiv.
— théorie de la balance, 35.
— ses indications, 37, 38, 75.
— (épreuves de la), 34, 39.
— (conservation de la), 25.
Baromètre (observation du), 729.
Barométrique (pression), 821, 822.
Bassins d'argent, 345.
Batterie électrique, 924.
— voltaïque, 944.

Bennet (électromètre de), 931.
Blanc de plomb, 1026.
Bleu de Prusse précipité, 482.
Borax, 654.
Borique (acide), ses effets sur le papier de curcuma, 596.
Bouchons de liège; leur emploi, 20, 58, 432, 854, 1220.
— à l'émeri, 400, 700, 1119.
— de verre, 1126.
— usés sur la meule, 1126.
— manière de les dégager, 701, 1151, 1156 et suiv.
Bouteilles à laver, 372, 518.
— de caoutchouc, 771, 772.
— de Leyde, 916.
— exp. sur, 917 et suiv.
— manière de les remplacer, 925.
— de les nettoyer, 1143.
— chargée avec l'électrophore, 729.
Briques; leur usage, 20.
Broyer diverses substances (manière de), 290.
Buis (charbon de), 949.

C

Camphre (pulvérisation du), 308.
Canevas; son emploi pour couvrir les luts, 661, 1005.
Caoutchouc (tubes de), 416 et suiv., 1032.
— (bouteilles de) pour les gaz, 771 et suiv.
— en feuilles, 416 et suiv., 1041.
Capillaires (tubes), 1079.
— gradués, 1255 et suiv.
Capsules de terre et de porcelaine, 344.
— (épreuves des), 344.
— de verre, 345, 1109.
— d'évaporation, 344.
— métalliques, 345.
— servant à la sublimation, 463.
— sur le bain de sable, 354.
— manière de les nettoyer, 1144.
Carbonate de chaux (précipitation du), 483.
Carbone (gaz oxide de) (209 exp.).

Carbonique (gaz acide); manière de le préparer (202 exp.).
Cartes (leur usage), 310.
Cavendish; son appareil à transvaser les gaz, 745.
Chaleur (sources et usage de la), 140, 633, 987 (32 et suiv., exp.).
— comment elle augmente l'action chimique, 354 et suiv.
— son influence sur la solubilité des corps, 342, 350 et suiv.
— de la flamme, 177 et suiv.
— de la flamme du chalumeau, 215, 1050 et suiv.
— de la décharge voltaïque, 986.
— appliquée aux flacons, etc., 354 et suiv.
— aux cornues, 405, 454.
— son application aux verres, 355, 361 et suiv.
— conductibilité de la chaleur, 1241, 1242.
— manière de la constater, 1243.
— manière d'empêcher sa transmission, 424, 439, 517.
Chalumeau, 196 et suiv.
— son usage (42 et suiv., exp.).
— ses effets, 208 et suiv.
— (température de la flamme du), 213.
— (action de la bouche dans l'usage du), 202 et suiv.
— (théorie du), 215.
— (bec du), 199 et suiv.
— lampe d'émailleur, 211.
— supports de la substance à chauffer, 217 et suiv.
— de Black, 198.
— de Clarke, 232.
— ordinaire, 198.
— de verre, 201.
— de Gurney, 232.
— de Leeson, 230.
— de Marcet, 229.
— à courant d'oxigène, 229, 230, 769.
— d'un mélange d'hydrogène et d'oxigène, 231.
— temporaire, 201, 225.
— de Wollaston, 198.
— de table (ou table d'émailleur), 17, 221, 1043.
Charbon de bois, 172.
— en poudre, 308.
— servant à la réduction des métaux, 658.
— servant aux chalumeaux, 219.

— pour les expériences voltaïques, 949.
— creusets (de), 616.
— de terre, 168.
Chaux (carbonate de) précipité, 483.
Chimiques (équivalens), 1203.
Chlore; manière de le recueillir, 693.
— de le préparer (207, exp.).
— de le conserver, 773.
— (dissolution du), 798.
Chlorure d'argent (précipitation du), 480.
Ciment de fer, 1025.
— de Parker, 1018.
— romain, 1019.
— mou, 552, 1035.
— de cire jaune, 1034.
— pour les garnitures, 1033.
— de gomme en poudre, 1039.
Ciseaux (260 et suiv., exp.).
Cire jaune, 1034.
Cloches à bouchons, pour les gaz, 709.
— pour la combustion des corps dans l'oxigène, 700.
— pour la précipitation, 343 et suiv., 469.
— pour les dissolutions, 343 et suiv.
— à transvaser, 702.
— manière de les nettoyer, 1143.
— simples, 709, 736.
— manière de les remplir, 710, 715.
— de les boucher, 700.
— à robinets, 702.
Clous: leur place et leur emploi, 14.
Coke, 196 et suiv.
Colle: employée avec le papier ou la toile, pour luter, 1030.
Combinaison des corps, causes qui l'influencent, 681 et suiv.
— manière de l'opérer dans les tubes, 687.
Combustibles, 17, 146, 168 et suiv.
— alcohol, 182, 187.
— charbon de bois, 172.
— charbon de terre, 168.
— coke, 169.
— gaz, 192.
— huile, 189.
Condensation, 392 et suiv., 412, 420 et suiv.

Condensation dans le col des cornues, 432.
— des gaz dans les tubes, 890, 896 et suiv., 1254.
— précautions à prendre pour opérer la, 895.
— du cyanogène, 492 et suiv.
— de l'acide muriatique, 899.
— de l'acide sulfureux, 898.
Conductibilité de l'électricité, manière de reconnaître la, 980 et suiv.
— épreuves de M. Rousseau sur la, 984.
— de la chaleur, 1241 et suiv.
Cônes favorisant la concentration de la chaleur, 357, 362.
— de papier ou de carton, 407.
Conservation des substances dans les tubes, 902, 1085 et suiv.
Contact voltaïque, 955.
Cornues, 395; garniture des, 780.
— manière d'assurer les, 780, 815.
— manière de remplacer les, 781.
— support des, 359.
— cassées, usages des, 465, 111 et suiv.
— gaz produits dans les, 707.
— propres à soutenir le vide, 808 et suiv.
— de verre, 395 et suiv.
— leurs formes, 396, 814.
— leur épaisseur, 397.
— couvertes, 995 et suiv.
— chauffées, 454.
— manière de prolonger le col des, 430.
— de terre, 455.
— manière de luter les, 456.
— de fer, 457.
— tubes, 824, 879, 1078.
— munies de tubulures ou unies, 399.
— fermées, 780.
— chargées, 402, 405 et suiv.
— manière de nettoyer les, 1150.
— de les soutenir sur le feu, 455, 1010.
— de les sécher, 1147, 1150.
— de les chauffer, 405 et suiv.
Corps; pesanteur spécifique des — déterminée, 72, 79.
— composés; invariabilité des proportions des, 1200.
Correction du volume des gaz, 816 et suiv.
Couvercles, 525, 568.
— de papier, 538.
— de verre, 525, 1119.

Couvercles des creusets, 658 et suiv.
— des filtres, 515.
Creuset (couvercle du), 633, 638.
— -fourneau, 142, 634.
— manière de le construire, 143.
— de le disposer, 147.
— de s'en servir, 634.
— usages du creuset, 607, 646 (170 et suiv., exp.).
— précautions à prendre dans les usages du, 643.
— supports du, 634, 637.
Creusets (choix des), 627.
— Manière de les chauffer, 634.
— sur des lampes, 183, et suiv.
— au moyen du chalumeau, 213.
— servant à la sublimation, 664.
— de plombagine, 612.
— manière de les lûter, 996.
— creusets de Cornouailles, 610, 613, 614.
— brasqués, 616.
— de terre, 608, 627, 629.
— d'or, 622.
— de Hesse, 609, 613, 614.
— de fer, 625.
— de platine, 619.
— manière de nettoyer les, 1161.
— d'argent, 622.
— temporaires, 626.
— de Wedgewood, 611.
Cristallisation, 534 (129 et suiv., exp.).
— indications de, 547.
— causes qui influencent la, 544.
— manière d'opérer la, 536 et suiv.
— utilité de la, 534.
— des métaux, 550.
— dans l'eau, 536.
— dans l'alcohol, 543.
— par le refroidissement, 537 et suiv.
— par l'évaporation, 537.
— par la fusion, 535 à 550.
— par la sublimation, 551.
— (caractères auxquels on reconnaît la possibilité de la), 536.
Cristaux; manière dont se forment les, 537.

Cristaux desséchés, 548, 578 et suiv.
— étirage des, 547, 552.
— volumineux, 540.
— manière d'en convertir plusieurs en un seul, 542.
— causes qui influent sur la forme des, 544.
— cristal de roche; fragmens de — introduits dans les tubes pour augmenter la surface de contact, 680.
Cuivre; manière d'opérer la précipitation du, 484.
— fils de, 1233.
— manière de nettoyer le, 1160.
— division du, 330, 331.
— en lames, pour recouvrir les tubes, 674, 1241 et suiv.
— en feuilles, 1237.
— verni pour la cuve pneumatique, 691.
Cuves à mercure, 693, 736.
— leurs places dans le laboratoire, 9.
— pneumatiques, 691, 1132.
— place des, 13.
— variété des, 692, 878.
— à mercure, 698.
— manière de changer l'eau des, 1132.
Cyanogène (condensation du), 892 et suiv.

D

Daniell; dessiccation des cristaux par, 549.
— pyromètre de, 280.
Décantation, 522 et suiv. (113 et suiv.)
— lavage opéré par, 525 et suiv.
Décoction, 386.
Décomposition voltaïque, 953, 961, 970.
— dans les tubes, 683.
Décrépitation; manière de prévenir la, 315, 646.
Déflagration sous des cloches, 700.
Désoxigénation, 658, 686.
— des dissolutions métalliques, 383.
Dessiccation, 554. (138 et suiv.)
— des gaz dans les tubes, 831 et suiv.
— à vases clos, 558.
— dans les tubes, 874 et suiv.
— des cristaux, 578 et suiv.

Dessiccation des matières organiques, 571.
— des substances en poudre, 572.
Dessiccateurs, 555, 561, 831.
Détonation des gaz, proportions du mélange propre à opérer la, 921.
— par l'étincelle électrique, 913 et suiv.
— précautions à prendre pour opérer la, 915, 919.
— par l'étincelle de l'électrophore, 929.
— par la bouteille de Leyde, 918.
Diamant à couper le verre, 1107.
— à écrire, 115, 902.
— pulvérisation du, 313.
Digestion des corps, 386 (68 et suiv., exp.).
— dans des tubes, 333.
Dilatation des gaz par la chaleur, 817 et suiv.
— par l'humidité, 827 et suiv.
Dissolution dans l'eau, 167.
— par la chaleur, 351.
— des carbonates, 368.
— du chlore, 798.
— des gaz, 788, 796.
— dans des tubes, 888.
— du gaz acide muriatique, 790.
— des substances organiques, 384 et suiv.
— sur une petite échelle, 371.
— bains de, 339.
— usages de la, 334 et suiv.
— vaisseaux nécessaires pour la, 344.
— dans les mortiers, 349.
— par les acides, 377.
— par l'alcohol, 376.
— par les alkalis, 379.
— saturée; manière de l'obtenir, 353.
— métallique, 382.
— désoxigénée, 384.
— oxigénée, 382.
Dissolvans choix des, 374, 543.
Distillation, 389 (83 et suiv., exp.).
— ordinaire, 391.
— à haute température, 453.
— produits de la, 412.
— à vases clos, 431 et suiv., 868.

Distillation à sec, 440 et suiv.
— dans des flacons, 448.
— dans des cornues, 405 et suiv., 449.
— dans des cornues de fer, 457, 458.
— dans le vide, 868.
— facilitée, 407, 449.
— de l'acide nitrique, 440 et suiv.
— de l'acide sulfureux, 415 et suiv., 425 et suiv.
— du vin, 432.
Division du verre, 1109 et suiv.
— des métaux, 327 et suiv.
— de la silice, 326.
— des corps, utilité de la, 281, 350 (54 et suiv. exp.).

E

Eau décomposée par la chaleur, 683.
— évaporée dans les tubes, 877.
poids de l', 104.
— bains d', 234.
— leur emploi, 235.
— leurs dispositions, 235 et suiv.
— minérale, évaporée, 566 et suiv.
— distillée; utilité de l', 22, 367.
— employée comme dissolvant, 167, 336.
Ebullition dans les tubes fermés, 87, 814.
— manière de la rendre régulière, 408.
Echelle des nombres de Gunter, 1205.
— des équivalens chimiques, 1198, (283 et suiv., exp.) 1204 et suiv.
— usage de l', 1210.
— erreurs qui peuvent s'y glisser, 1216.
Ecrans pour la figure, 1261.
Effervescence; précautions à prendre contre l', 368.
Electrique déchargé; manière d'en augmenter l'intensité, 912 et suiv.
— de la faire passer par des fils métalliques, 918.
— étincelle; ses usages, 913 et suiv.
— batterie, 924.
— communication, 915.

Electrique isoloir, 987.
— bouteille, 916.
— essayée, 916, 917.
— chargée avec l'électrophore, 929.
— manière de la remplacer, 925.
— machine; manière de l'exciter, 906 et suiv.
— d'observer son action, 909.
— de la conserver, 25, 911.
— de la chauffer, 906 et suiv.
Electricité, 905.
— expériences sur l' (250 et suiv., exp.).
— voltaïque, 944.
— manière de reconnaître le pouvoir conducteur de l', 980 et suiv.
Electro-magnétiques, expériences, 959 et suiv., 975, 991.
Electromètre; divergences de l', 932 et suiv.
— effets de l' — lorsqu'il est mis en contact avec les corps électrisés, 932 et suiv.
— lorsqu'il se trouve à leur proximité, 935 et suiv.
— manière d'interpréter les indications qu'il fournit, 939, 940.
— de Bennet, 931.
— de Henley; manière de s'en servir, 924.
— de Singer, 931.
Electrophore; manière de construire l', 927.
— exciter l', 928.
— effets de l', 929.
Encre pour écrire sur le verre, 1219.
Entonnoirs, 367, 488.
— faits avec des tubes, 859, 1083.
— de papier, 1228.
— pour les filtrations, 488, 505.
— à gaz, 705, 718.
— pour verser les liquides des, 403 et suiv.
— pour les poudres, 367.
Eprouvettes de verre, 469.
— manière de nettoyer les, 1181.
Equivalens; nature des, 1200 et suiv.
— chimiques, 1201.
— échelle synoptique des, 1198, 1215.
— table des, 1217.

Esprit de vin; lampes à, 174.
— grandes, 180, 181, 632.
— de Philipp, 186.
— leur chaleur, 177.
Etalon pour le mesurage, 104, 131, 139.
Etain; feuilles d', 1235.
Etuve, 575.
Euchlorine; sa préparation dans un tube-cornue, 881.
Eudiomètre (détonation des gaz dans l'), 913 et suiv., 918.
— sa manipulation, 919, 923.
— fils métalliques de l', 913.
— manière de fixer les fils de l', 1102, 1103.
— du docteur Ure, 923.
Eupyrion, 23.
Evaporation, 537 et suiv., 544 et suiv. (38, 39, 138 et suiv., exp.).
— de petites quantités, 574.
— à la température ordinaire, 537 et suiv., 544 et suiv.
— à l'aide de courans d'air, 561, 567.
— à l'aide de la chaleur, 562.
— considérée comme moyen analytique, 564.
— dans des capsules ou des poëlons, 563.
— à vases clos, 555, 559, 566 et suiv.
— à vases ouverts, 563.
— dans un creuset de platine, 569.
— dans des tubes, 876, 877.
— sous la machine pneumatique, 555.
— dans une étuve, 575.
— de substances décomposables par la chaleur, 571.
— jusqu'à siccité, 564.
Excitateur électrique, 918, 926.
Expériences; cours d' (1 à 378, exp.).
Explosion dans les tubes; manière de prévenir l', 882.
Evier; dispositions de l', 10.
— accessoires de l', 1133.

F

Fahrenheit; thermomètre de, 256.
Fer; influence du — dans les décompositions, 685.
— propriétés magnétiques du, 1279.
— ciment de, 1025.
— tubes de, 662.
Fenêtres du laboratoire, 4.

Figure, masques pour la, 1261 et suiv.
Filasse ou étoupe, 1133, 1141.
Fils de laiton réunis, 956.
— de l'eudiomètre, 913.
— scellés dans les tubes, 1101.
— dans l'eudiomètre, 1105.
— employés pour nettoyer, 1133.
Filtres; substances propres à la composition des, 486 et suiv.
— manière d'emplir les, 510.
— manière de sécher les, 575, 377 et suiv.
— de plier les, 505 et suiv.
— d'humecter les, 514.
— simples, 506, 508.
— grands, 519.
— petits, 517.
— manière de renforcer les, 509.
— de soutenir les, 505.
— supports à, 9, 500.
— pour les acides, 520.
Filtration, 486 et suiv., 510. (113 et suiv., exp.)
— précautions à prendre en opérant la, 514, 516.
— à chaud, 515.
— lavage opéré par la, 511.
Flamme; chaleur de la, 175, 176, 213 et suiv.
Flacons pour les gaz, 773 et suiv.
— pour la pesanteur spécifique des liquides, 80, 81.
— manière de détacher les bouchons des, 151.
— de nettoyer les, 151, 1158.
— de sécher les, 1147, 1148.
— d'un pouce cube, 110, 112.
— servant aux dissolutions, 354.
— pour la distillation, 395.
— manière d'introduire les poudres dans les, 367.
— de les remplacer par des tubes, 849, 855.
— de les employer comme récipiens, 414, 433.
— comme cornues, 448.
— pour l'évaporation, 566.
— effervescence qui se manifeste dans les, 368.
— manière de couvrir les, 1491.
— de luter les, 995 et suiv.
— de chauffer les, 350, 359.
— de cristal, 346, 349.
Flint-glass, employé comme flux, 655.

Florence, flacons de, 347, 469, 566, 814, 1149.
Flux alkalin, 649 et suiv.
— noir, 650.
— de borax, 654.
— de tartre brut, 651.
— de cristal, 655.
— de verre vert, 656.
— de nitre, 652.
— blanc, 649.
Fourneau, 6, 141, 633.
— d'Aikin, 162.
— de *pots-bleus*, 142 et suiv., 359, 444, 634, 669.
— pouvoir du, 151.
— manière d'augmenter la température du, 147 et suiv.
— tuyaux du, 148.
— combustible du, 146.
— grille du, 145.
— portatif, 142.
— table, 6, 152 et suiv., 355 et suiv., 633.
— construction du, 152 et suiv.
— à soufflet ou à réverbère, 161 et suiv., 637.
— à tubes, 672 et suiv.
— usages du, 641.
— à anneaux concentriques, 156.
Fourneaux; bouchons de terre des, 147.
— situation des, 173, 360.
— précautions à prendre en plaçant les, 174, 360.
— à vent, 148 et suiv., 160.
Fusion des alliages, 647.
— des métaux (172 et suiv.; exp.).
— cristallisation opérée par la, 550.

G

Garniture des cornues, 780 et suiv.
— manière de faire la, 780 (218, exp.).
— manière de remplacer la, 781.
Gaz; manière de recueillir les, 768 et suiv.
— compression des, 1254.
— correction du volume des, 816.
— sous le rapport de l'humidité, 827.

Gaz; correction du volume des — sous le rapport de la pression, 821.
— sous le rapport de la température, 817.
— recueillis sur le mercure, 938 et suiv.
— sacs à, 770.
— bouteilles à, 706.
— vessies à, 769.
— bouteilles de caoutchouc pour des, 771.
— plateaux pour enlever les cloches à, 708.
— Entonnoirs à, 705, 718, 723.
— verres à becs ou éprouvettes pour les, 703, 719, 720.
— Récipient à —, ou gazomètre, 761.
— usages du récipient à, 762 et suiv. (211 et suiv., exp.).
— cloches unies pour les, 699.
— à bouchons, 700.
— pour transvaser les, 702.
— manière de les nettoyer, 1248.
— lampes à, 192.
— sans fumée, 193.
— mesures à, 1211, 732.
— de Cavendish, 733.
— appareil de Cavendish à transvaser les, 745.
— de Hare, 136, 749.
— de Pepys, 746.
— tubes à, 705, 722, 735 et suiv.
— tubes pour la production des, 885 et suiv.
— manipulation des, 690 et suiv. (301 et suiv.; exp.).
— tubes pour la manipulation des, 831 et suiv., 880.
— substances exposées à l'action des, 803 et suiv.
— pression sur les, 729, 752, 1284 et suiv.
— mesurage des, 730 et suiv.
— température des, 729.
— transvasement des, 706.
— volume des, 1219.
— manière de renfermer les, 718, 773.
— sur l'eau, 709 et suiv. (201 et suiv., exp.).
— recueillis à l'état de pureté, 768, 769.
— dans un gazomètre, 755.
— dans un récipient, 761, 762.
— de la décomposition par l'appareil voltaïque, 964.
— composition des, 807, 1254.

Gaz, condensation des — dans les tubes, 892, 896, 1254.
— manière de faire passer les — dans des tubes, 786, 903.
— de transvaser les, 717, 718.
— décomposition des — par la pile voltaïque, 985.
— détonation des — dans l'eudiomètre, 913 et suiv.
— par l'étincelle électrique, 913, 929.
— dissolution des, 788 et suiv.
— dans les tubes, 889.
— dessiccation des, 831.
— dans les tubes, 832 et suiv.
— par l'acide sulfurique, 836.
— dégagement des, 706 et suiv. (220 et suiv.).
— examinés dans le tube générateur, 885.
— chauffés dans des tubes, 680 et suiv.
— mesurés sur le mercure, 750.
— sur l'eau, 724.
— dans les cloches, 724 et suiv.
— dans les tubes, 728 et suiv., 751.
— mélange des, 799.
— manière de transvaser les — sous le mercure, 740, 764 (204 et suiv., exp.).
— sous l'eau, 717, 794 (204 et suiv.).
— dans les cloches, 717.
— dans les tubes, 720.
— dans les vases où l'on a fait le vide, 810 et suiv.
— de peser les, 825 et suiv.
— par la méthode de Thompson, 838.
— oléfiant, expériences sur le, (202 et suiv., exp.).
Gazomètre; construction du, 755.
— emploi du, 756 et suiv.
— épreuves du, 759.
— à mercure, 760.
Graduation des tubes capillaires, 1255.
— des éprouvettes, 283.
— des thermomètres, 256, 269 et suiv.
— des tubes, 112 et suiv.
— par la mesure, 126.
— par la pesée, 116.
— à l'œil, 134.
Graisse; manière de l'enlever sur le verre, 1138.
Granulation des métaux, 327.
Gomme réduite en poudre, 1039.

H

Hall, aréomètre de, 824.
Hancock, caoutchouc de, 416.
Hare, mesureur de, 136, 749.
Haüy, épreuves sur le magnétisme par, 1278.
Henley; électromètre de, 924.
Hesse, creusets de, 609, 618, 644.
Hotte pour les vapeurs, 7, 363.
Huile considérée comme combustible, 189.
— pour les lampes, 189 et suiv., 359.
— manière de filtrer l', 515.
Hydro-ferro-cyanate de fer, 482.
Hydrogène gaz; préparation du, (261 exp.).
Hydromètre, 91.
— épreuves de l', 95.
— précautions à prendre en se servant de l', 91.

I

Ignition apparences de, 278.
— des substances, 944 et suiv.
Indigo, sublimation de l', 469.
Infusion, 386 (72 et suiv.) exp.
Insolubilité, indications d', 338.
Instructions générales pour les jeunes manipulateurs, 1180 et suiv.
Isolement électrique, 987.

K

Kerr; tube générateur pour les gaz de, 886.

L

Laboratoire, registre du, 24, 1185 et suiv.
— arrangement du, 1 et suiv.
— propreté du, 1131 et suiv.
Laminage des métaux, 528.

Lampes, 175 et suiv.
— d'Argand, 190, 191, 359, 407, 671 et suiv.
— à double mèche, 190.
— chimiques, 191.
— à gaz, 162.
— à cône, 194.
— à huile (*voyez* lampe d'Argand).
— garnie, 193.
— à esprit de vin, 174, 631, et suiv.
— chaleur des, 177.
— grandes, 180, 183, 632.
— de Philipp, 186.
— de Cooper, 662.
— pour le chalumeau, 208.
Lavage par la décantation, 525 (118 et suiv., exp.).
— des poudres, 319 (118 et suiv., exp.).
— des précipités, 511 et suiv., 525 et suiv. (118 et suiv., exp.)
Leeson, chalumeau de, 230.
Leslie; appareil de — pour déterminer la gravité des corps, 79.
Limes pour graver sur le verre, 115 et suiv.
— pour diviser les métaux, 336.
— pour couper le verre, 848.
Liquide, excitateur pour la pile voltaïque, 946.
Liquides, pesée des, 57, 58, 59.
— chauffés dans des tubes, 88 et suiv.
— introduits dans les ampoules, 83.
— mesures pour les, 104, 105, 106.
— manière de verser les, 369.
— de transvaser les, 372.
— de déterminer la pesanteur spécifique des, 80
— volatiles, manière de les peser, 67.
— décantation des, 521.
— séparation des, 530 et suiv. (126, 127, 128, exp.).
Lixiviation, 387, 529.
Lumière; direction de la, 1270.
Lut, 993 (260 et suiv., exp.).
— manière de le préparer, 996 et suiv.
— d'appliquer le, 997 et suiv.
— de faire sécher les vaisseaux enduits de, 997.
— de les réparer, 1002 et suiv.
— dangers auxquels sont exposés les vaisseaux enduits de, 1003.
— dans le feu, 1003, 1010.

Lut de pâte d'amande, 1031.
— de vessie, 1027.
— de caoutchouc, 1034.
— à la chaux et au blanc d'œufs, 1023.
— gras, 1017.
— fusible, 1016.
— avec le ciment de fer, 1025.
— avec le papier et la pâte, 1028.
— avec le ciment de Parker, 1018.
— avec le plâtre de Paris, 1019.
— avec le blanc de plomb, 1026.
— de Willis, 1015.
— des cornues, des flacons et des creusets, 993 et suiv.
— imperméable, 1014.
— manière de l'affermir avec du caoutchouc, 1033.

M

Macération, 386.
Magnétisme, 1274 et suiv.
— manière de déterminer la présence du, 1277 et suiv.
Manipulation; importance de la (Introduction).
— pneumatique, 690 et suiv.
Manomètre, 1082, 1254.
Marcet, chalumeau du docteur, 229.
Masques pour la figure, 1261.
Mélange opéré à l'aide du filtre, 511.
— du mortier, 302.
— des liquides, 477.
— des gaz, 799.
— réfrigérant, 421.
Mercure (poids du), 113.
— effets de la pesanteur du, 736, 744.
— pellicule du, 1171.
— inconvéniens de la, 741, 1173.
— manière de nettoyer le, 1166.
— de purifier le, 1168 et suiv., 1177.
— d'observer le niveau du, 121 et suiv.
— de peser exactement le, 118, 126.
— bain de, 241 et suiv.
— gazomètre à, 760.

Mercure, thermomètre à, 243 et suiv., 254 et suiv., 266.
— cuve à, 9, 698, 736, 883.
— cloches à, 699.
— manière de nettoyer les, 1164.
— de remplacer les,
Mesurage des liquides, 60.
Mesure; manière d'opérer avec les gaz, 724 et suiv. (215 et suiv. 25 exp.).
— avec les liquides, 105 et suiv. (25 exp.).
Mesures pour les gaz, 109 et suiv., 732.
— pour les liquides, 106 et suiv., 136.
— pour le mercure, 126, 127.
— graduation des, 106.
— tables des, 139.
— d'un pouce cube, 111.
— de pinte, 105.
— vérification des, 106 et suiv., 112 et suiv.
Métal, feuilles de; leurs usages, 1235 et suiv.
Métalliques, creusets, 619, 625 et suiv.
Métaux chauffés, 669, 677 et suiv.
— broyés, 293.
— pulvérisés, 327 (54 et suiv., exp.).
— granulés, 327 (54 et suiv., exp.).
— précipités, 484 et suiv., 990.
— réduits, 659.
— en feuilles, 1235 et suiv.
Miroirs; manière de faire les, 1264.
Mortiers, 15, 281 et suiv.
— matière des, 283 et suiv.
— formes des, 285.
— usages des, 290 (54 et suiv., exp.).
— corps broyés dans les, 289 et suiv.
— pulvérisés dans les, 298.
— dissous dans les, 349.
— d'agathe, 288.
— de fer, 283.
— usages particuliers des, 284.
— de porcelaine, 284.
— éprouvés, 284.
— de porphyre, 287.
— pour les diamans, 313.
— manière de nettoyer les, 1161 et suiv.

N

Naphtaline purifiée dans des tubes, 888.
Nettoyage, 1127 (282 exp.).
— au moyen des fils métalliques, 1134 et suiv.
— des cloches à gaz, 1142.
— des flacons, 1151, 1158.
— du cuivre, 1160.
— des creusets de platine, 1161.
— des capsules, 1164.
— des verres, 1167.
— de la cuve à mercure, 1163.
— du mercure, 1164 et suiv.
— des mortiers, 1162.
— des cornues, 1159.
— des tubes, 1161.
Neutralisation, 595 (155 et suiv., exp.).
Nitre; flux, 652.
Noir, flux, 650.
Nombre proportionnel, 1203 et suiv.
Notes, livre de, pour le laboratoire, 24, 1183.

O

OEuf (blanc d') et chaux vive, lutte.
Or; manière de fondre l', 321.
Outils du laboratoire.
Ouvertures des tubes fermées momentanément, 890.
Oxide nitrique gaz, préparation du (212 et suiv., exp.).
Oxigène préparé dans des tubes cornues, 881 (exp.).
Oxigénation des dissolutions métalliques, 382.

P

Papier; usages du, 53, 249, 1245 (291 exp.).
— employé avec de la pâte pour luter les joints, 1028.
— pour couvrir les vaisseaux, 539, 1202 et suiv.
— à filtrer, 501.
— à entonnoir, 1228.

Papier, manches de, pour des tubes chauds, 854.
— de tournesol, 584.
— collé, 1030, 1224, 1231.
— tubes de, 786, 903, 1223, (291 et suiv., exp.)
— de curcuma, 589.
— vaisseaux de, 1222 (291 et suiv. exp.).
— ciré, 1222 et suiv., 1227.
— (tuyaux de) pour la vapeur, 249, 1222 et suiv.
Papiers réactifs, 584 et suiv. (187 et suiv., exp.).
— indiquant la nature des solutions, 593, 598.
— leur emploi, 595.
— manière de les conserver, 588, 590.
— de tournesol et de curcuma, 589.
— manière de les couvrir, 587 et suiv.
Parker (ciment de), 1018.
Pâte d'amande (lut de), 1031.
Pellicule sur le mercure, 1167 et suiv.
— effets de la, 1168.
Pepys, récipient à gaz de, 963.
— appareil à transvaser les gaz de, 746.
— gazomètre mercuriel de, 760.
Perte ou *fuite* des gaz sous le mercure, 1172.
Pesage; opérations du, 445 et suiv., 1198 et suiv. (1 et suiv. exp.)
— influence de l'air sur les, 69.
— des substances susceptibles de changemens subits, 63.
— des liquides, 58.
— des gaz, 825 et suiv., 841 et suiv.
— des substances chauffées, 51.
— des fragmens de substances, 45.
— des poudres, 53, 646.
— des tubes, 58.
— des liquides volatils, 68.
Pesanteur spécifique (manière de déterminer la), 76.
— (bouteilles de), 86.
— (ampoules pour déterminer la), 85, 97.
— des liquides, 80, 89.
— des corps poreux.
— des poudres, 79.
— des corps solides, 72.
Peser dans des vases (manière de), 58, 135.
Phillips (éprouvettes de), 343, 469.
— (lampes à esprit de vin de), 185.
Phosphore bouteilles de, 23.

Phosphorence, 1266.
Pile voltaïque, 944 et suiv.
Pilon; forme du, 285.
— manière de se servir du, 293 et suiv., 300.
Pincettes, 158, 645.
Pinte, mesures de, 105.
Plaques de cuivre, 1237.
— de zinc, 1238.
— de verre, 547, 559, 706, 1234.
Platine (influence du) sur les combinaisons chimiques, 682.
— manière de diviser le, 361.
— capsules de, 620.
— creusets de, 619, 624.
— manière de nettoyer les, 1161.
— feuilles de, 181, 1239.
— spatules de, 54, 310, 489.
— à l'état d'éponge, 331.
— tubes de, 663.
— manière de les chauffer, 678
— (fils de) fixés dans des tubes, 1168
Plâtre de Paris, 1019.
— rendu imperméable à l'air, 1036
Plomb, en lame ou en feuille (usages du), 1286.
— manière de le nettoyer, 484.
— (blanc de), lut de, 1026.
Plombagine creusets de, ou pots blancs, 621.
Pneumatiques manipulations, 690 et suiv.
— dans les tubes, 698, 878 et suiv.
— appareils (ajutages des), 776
— cloches, 699, 880.
— cuves, 690 et suiv., 718.
— matière dont on forme les, 692, 1132.
— manière de nettoyer des, 1163 et suiv.
— niveau de l'eau dans les, 694, 716.
— dimension de petites, 692, 712, 880.
Poids des quantités de mercure servant à graduer les mesures, 113.
et suiv.
— des quantités d'eau servant au même usage, 105.
— à peser, vérification des, 43.
— nécessaires dans un laboratoire, 30.
— manière de placer les — dans la balance, 44, 48.
— (petits), 31, 101 et suiv., 104.
— manière de remplacer les

Poids, table de la valeur des différens, 104.
Pôles voltaïques, 951 et suiv.
Porosité; moyen de l'éviter dans la poterie, 661.
Pots bleus (fourneaux de), 145 et suiv.
Poudres; dessiccation des, 572.
— fines et grosses, (manière de les obtenir séparées), 321, 318 et suiv.
— de les introduire dans des flacons, 367.
— de les transvaser, 54, 311 et suiv. 867 et suiv.
— de les tuyer, 399.
— de les peser, 539, 867 et suiv.
— de juger de la finesse des, 305.
— de déterminer la pesanteur spécifique des, 179 et suiv.
— de l'état d'agrégation des, 305.
Précipitans, 468 et suiv.
— propriétés dans lesquelles ils doivent être employés, 472 et suiv.
Précipitation, 468 et suiv. (102 et suiv., 210).
— effectuée, 471 et suiv., 476.
— facilitée, 486.
— pour la neutralisation, 597 et suiv.
— complète, 475.
— des dissolutions neutres, 595.
— précautions à prendre pour opérer la, 480.
— règles générales sur la, 1186.
— manière de reconnaître la possibilité de la, 470.
— vaisseaux nécessaires pour opérer la, 469 et suiv.
— voltaïque (expérience de Wollaston), 485, 977.
— du carbonate de chaux, 483.
— du chlorure d'argent, 480.
— de l'hydrosulfure de potasse, 482.
— des métaux, 484.
— du sulfate de baryte, 481.
Précipités, 469.
— manière de les recueillir les, 518, 579.
— de sécher les, 526, 674.
— dans des tubes, 874 et suiv.
— de filtrer les, 511 et suiv.
— de laver les, 522, 525.
Pression sur les gaz, 704 et suiv.

Production des gaz, 706 et suiv.
Proportions équivalentes, 1201.
Propreté, 1127 (281 exp.).
— manière d'entretenir la, 1130, 1182.
Purification du mercure, 1168 et suiv.
Pulvérisation grossière, 292 et suiv.
— extrême, 297.
— pour l'analyse des corps, 312.
— précaution à prendre en opérant la, 307 et suiv.
Pyromètre de Daniell, 280.
— de Wedgewood, 279.

R

Ratelier à tubes, 13.
Rayons du soleil; action des, 4, 1272 et suiv.
Réactifs, 582 (155 et suiv., exp.).
— liquides, 583.
— papiers, 584 et suiv.
— précautions à prendre en se servant des, 596.
Récipiens pour la condensation, 413 et suiv., 428.
— pour les produits volatils, 427.
— (tubes), 859 et suiv., 880, 1078 et suiv.
— pour la sublimation, 871 et suiv.
Rectification opérée dans des tubes, 865.
Réduction des métaux par le charbon; 658 et suiv.
— des oxides dans des tubes, 686.
Réflexion de la chaleur (manière d'en faire usage), 573.
Refrigérant; mélange; composition du, 421 et suiv.
— précautions à prendre dans l'application du, 441.
Refroidissement dans la distillation, 392 et suiv., 415, 424, 434, 451 et suiv.
— des sublimations opérées dans des tubes, 870.
— du col des cornues, 434.
Règles générales pour les jeunes chimistes, 1180 et suiv.
— sur la propreté, 1128, 1159, 1182.
— sur les précipités et les papiers réactifs, 1186.
Résine; manière de la détacher du verre, 1189.
Robinets à gaz, 776, 780.
— collet ou rondelle pour les, 778.
— manière d'éprouver les, 780 et suiv.

Robinets à gaz ; manière d'ajuster hermétiquement les, 784.
Rondelles ou collets, 778.

S

Sable (celui qu'il faut préférer), 20 et suiv., 155 et suiv.
— bains de, 153 et suiv.
Sacs pour les gaz, 770.
Saturation ; manière de reconnaître la, 353.
Sceller les tubes (manière de), 1069.
— hermétiquement (manière de), 1084.
Sécher (étuve à), 575.
— pierre à, 578.
— les flacons, les bouteilles et les cornues (manière de), 1147, 1151 et suiv.
— les gaz (manière de); 831.
Sécheresse des poudres ; manière de reconnaître la, 578.
Sels, favorisent la décomposition voltaïque, 970.
Séparation des poudres, 317 et suiv.
— des précipités, 487 et suiv., 521 (exp.).
— par la cristallisation, 534 et suiv., 545 et suiv.
— instrumens pour opérer la, 1083.
— des liquides, 518 et suiv. (718 et suiv., exp.).
Seringues de verre, 533.
— leur emploi, 800 et suiv.
— tubes propres à servir de, 1083.
Serpentin, tube, 393.
Silex pulvérisé, 308.
Silice (manière de l'amener à un état de division extrême), 396.
Soie, fils de, pour isoler les corps, 990.
Solubilité excitée par la présence de certaines substances, 381.
— par l'acide tartarique, 381.
— augmentée par la chaleur, 342.
— indication de, 335.
Soufflets, 163, 164.
Spatules, 54, 310, 489.
Sublimation, 389 et suiv., 459 et suiv. (96 et suiv., exp.).
— vases nécessaires à la, 461.
— dans les tubes, 869.
— de l'indigo, 463.
Substances broyées, 291 et suiv.
— chauffées, 65 et suiv.

Substances chauffées à la flamme de la lampe, 180 et suiv.
— conservées dans les tubes, 902, 1087.
— volatiles, 864.
Sulfate de baryte, précipité, 481.
Supports pour les appareils, 447.
— pour les cornues et les flacons, 359.
— pour les creusets, 634 et suiv.
— pour les expériences au chalumeau, 217.
Sûreté, tubes de, 444.
— d'Hassenfratz, 791.
— de Welter, 443.
Syphon de coton, 327.
— de verre; manière de le faire, 1062.
— usages du, 523.

T

Table du laboratoire, 8.
— (chalumeau), ou tablé d'émailleur, 17, 221, 1043.
— manière de s'en servir, 222.
— (fourneau), 6, 152, 1043 et suiv.
— des équivalens chimiques, 1217.
Tableau des diverses mesures, 104, 126 et suiv., 139.
— des différens points d'ébullition de certaines solutions, 239.
— de la valeur des différens poids, 104.
Tablettes, disposition des, 12.
Tamis, 318.
Tamisage, 317.
Tare (manière de faire la), 33, 55 (1 et suiv., exp.).
Tartre (crème de), 651.
Température, moyen de déterminer la, 254 et suiv., 278 et suiv.
— des gaz, 729 et suiv.
— correction du volume des gaz sous le rapport de la, 816 et suiv.
Térébenthine; manière d'enlever sur le verre la, 1139.
Terre creusets de, 608 et suiv.
— cornues de, 455.
— tubes de, 661.
Terres alkalines solubles dans les dissolutions sucrées, 381.
— décomposées dans des tubes, 689 (198 exp.).
Thermomètre; manière d'observer le, 271 et suiv.
— ouvert et fermé, 266.

Thermomètre, degrés du, 254 et suiv.
— différentiel, ou de Leslie, 277.
— température indiquée par le, 244 et suiv., 292, 267. (52 et suiv., exp.).
— à air, 272.
— à l'alcohol, 265 et suiv.
— fermé, 269 et suiv.
— variations du, 264.
Thermomètres comparés entre eux, 262.
— erreurs sur les indications des, 141, 268.
— graduation des, 256, 271.
— à mercure, 244, 254 et suiv., 266.
Tiges de verre; manière de couper les, 1106.
Tiroirs; usages des, 21.
Transvasement des gaz, 712 et suiv., 717.
— sur le mercure, 740, 743 et suiv.
— sur l'eau, 711 et suiv., 716.
— des gaz dans les cloches, 717.
— dans les tubes, 720.
— des liquides, 369. 372.
Trépieds pour les cuves, 694, 1133.
Tubes; précipitation dans les, 874.
— conservation des substances dans les, 901 et suiv.
— rectification dans les, 865.
— appareil formé de, 853.
— pour la distillation, 858.
— pour l'évaporation, 877.
— à double courbure, 446.
— servant d'entonnoir, 859, 1083.
— manière de manier les, 854.
— de Kerr pour les gaz, 886.
— fourneau à, 670 et suiv.
— pneumatiques, 878.
— ratelier aux, 13.
— cornues formées de, 824, 879, 1078 et suiv.
— récipiens formés de, 880, 1078 et suiv.
— à mercure, 884.
— de sûreté d'Hassenfratz, 791.
— de Welter, 443.
— syphons formés de, 522, 1078.
— servant de seringues, 533, 1083.
— éprouvettes, 862.
— servant de bains-marie, 236 et suiv.

Tubes remplaçant l'appareil de Woulf, 889.
— de cuivre, 654.
— de poterie, 661.
— combinaisons opérées dans les, 687 (190 exp. et suiv.)
— décompositions opérées dans les, 682 (190 et suiv. exp.)
— condensation des, 870.
— dessiccation dans les, 874.
— distillations dans les, 866.
— gazeuses, 879.
— dans le vide, 868.
— ébullition, sous la pression, dans les, 856.
— réunion des gaz dans les, 879 (239 et suiv. exp.)
— condensation des gaz dans les, 893.
— dissolution des gaz dans les, 889.
— manière d'observer les gaz dans les, 884.
— ignition des substances dans les, 878.
— manipulations pneumatiques dans les, 878.
Tubes de verre, 665.
— force des, 892.
— recouverts d'une feuille de cuivre, 678, 1237.
— de fer, 662.
— métalliques, 663.
— chauffés, 678.
— de papier, 886, 903, 1213, 1291 et suiv.
— de platine, 663.
— de plombagine, 664.
— manière de nettoyer les, 1141.
— de les fermer temporairement, 890.
— de les couvrir ou de les lutter, 660 et suiv.
— de les réunir, 666.
— de les raccourcir, 1080, 1086.
— de les chauffer par le milieu, 1044, 1070.
— à leurs extrémités, 1045, 1067.
— de les soutenir, 861.
— d'en tracer les graduations, 116, 119.
— pour la décomposition voltaïque, 683, 1102.
— employés comme bouteilles, 902.
— pour opérer les mélanges, 477.
— substances conservées dans les, 477.
— liquides chauffés sous la pression dans les, 87 et suiv.
— de verre; manière de les sceller, 1070 et suiv., 1077, 1084.
— de les renforcer, 863, 890.
— d'y sceller des fils d'archal, 1101 et suiv.

Tubes de verre ; manière de les courber, 1042 et suiv., 1056, 1062.
— de les souffler, 1042, 1057, 1093.
— de les refroidir, 1059.
— de les couper avec le diamant, 1107.
— avec une tige de fer chaud, 1112.
— avec des anneaux de fer chauds, 1109.
— division des, 1111.
— manière d'étirer les, 1079.
— de polir les extrémités des, 1066 et suiv., 1023 et suiv.
— d'abattre les aspérités, 1128.
— de verre vert, 1104 et suiv.
— (chimie des), 348 et suiv. (227 et suiv., exp.)
— manière de les fermer, 1069 et suiv., 1064, 1087 et suiv.
— de communication, 782.
— manière d'établir une communication à l'aide de, 766 et suiv.
— servant aux communications de l'appareil pneumatique, 766 et suiv.
— de caoutchouc, 415, 416, 986.
— purgés d'air; (manière de les sceller à la lampe), 1092.
— alimentaires pour les cornues, 446.
— capillaires (manière de faire les), 1075.
— manière d'observer les gaz dans les, 885 et suiv.
Tuyaux de cheminée, leur disposition, 9, 365.
— de communication, 151, 364.
— temporaires, 148.
— pour le passage de la vapeur, 7, 363.
— portatifs, 364.

U

Ure (eudiomètre de), 923.

V

Valets de bois, 15, 16.
Vapeur, appareil à, 248.

Vapeur, bains de, 248.
— chaudières à, 253.
— chambre à, 251.
Vapeurs nuisibles, manière de les chasser au dehors, 366.
Vaporisation excitée, 408.
— cristaux obtenus par la, 551.
Vases de papier, 1222 et suiv.
— couverts, 568.
— avec du papier, 539.
— privés d'air, 810 et suiv.
— gradués, 112 et suiv.
— lutés ou bouchés, 988 et suiv.
Ventilation du laboratoire, 5.
Verre, mauvais isoloir, 988.
— gravure sur le, 1251, et suiv.
— écriture sur le, 115 et suiv., 902, 1248 et suiv.
— vert, avantages du, 467.
— manière de manipuler le, 1104.
— couvercles de, 1119.
— employé comme flux, 655, 656.
— masques de, 1262 et suiv.
— obturateurs de, 902, 1234.
— tiges ou baguettes de, 848, 1060.
— échauffé, malléabilité du, 1055.
— manière d'empêcher les taches du, 1048.
— manière d'enlever les aspérités du, 1061, 1123.
— blanc (manière de le diviser), 1121.
— manière de courber le, 1042, 1056, 1062.
— de souffler le, 1042, 1056, 1093 (268 et suiv. exp.).
— de couper le, 1108, 1109, 1114 et suiv.
— de diriger les fentes du, 1111, 1122.
— de les arrêter, 912.
Verres du laboratoire, 343, 469, 703.
— propreté des, 1131.
— manière de nettoyer les, 1137 et suiv.
Vernis noir de Brunswick, 1132.
— pour les clous, 1133.
Vessie pour les ajutages, 1027.
— pour les gaz, 769.
Vide; manière de faire le, 800 et suiv.
— précautions à prendre en faisant le, 807 et suiv.
Vin distillé, 431.
Voltaique; contact, 955 et suiv.

Voltaïque, communication, 950, 955, 974 et suiv.
— décomposition, 954 et suiv.; 959 et suiv.; 968 et suiv.
— des liquides, 961.
— moyen de la favoriser, 969.
— des gaz, 986 et suiv.
— dans des capsules de verre, 962 et suiv.
— dans des verres séparés, 963 et suiv.
— tubes pour la, 1101.
— des gaz mélangés, 964.
— circonstances qui peuvent survenir dans la, 968 et suiv.
— précipitation suivant le procédé du d^r^ Wollaston, 485, 977.
— batterie, 944.
— décharge de la, à travers le charbon de bois, 948.
— intensité de la chaleur de la décharge, 986.
— disposition des plaques pour la pile, 976 et suiv.
— pile, 944 (255 et suiv. exp.).
— arrangement de la pile, 976.
— manière de joindre les différentes parties de la, 950, 976.
— de construire une pile temporaire, 973.
— pile du d^r^ Wollaston, 977 et suiv.
— manière de la charger, 947.
— de la mettre en action, 947.
— de l'éprouver, 948.
— d'en appliquer les effets à la décomposition de certains corps, 958 et suiv.
— d'en conserver les élémens, 971 et suiv.
— pôles de la pile, 951 et suiv.; 975.
— nature et étendue des, 954, 976.
— manière de les manier, 959 et suiv.
— distances entre les pôles de la pile, 953, 968.
— surface des pôles de la pile, 953, 961.
— épaisseur de ces mêmes pôles, 951, 961.
— manière d'avoir plusieurs piles, 950.
Volume des gaz, observations sur le, 725, 735 et suiv.
— correction du, 816.
— sous le rapport de la pression, 821 et suiv.
— de la température, 816 et suiv.

W

Wedgewood, capsules de, 344.
— creusets de, 611, 615.
— pyromètre de, 279.
Welter, tubes de sûreté de, 443.
Willis, lut de, 1015.

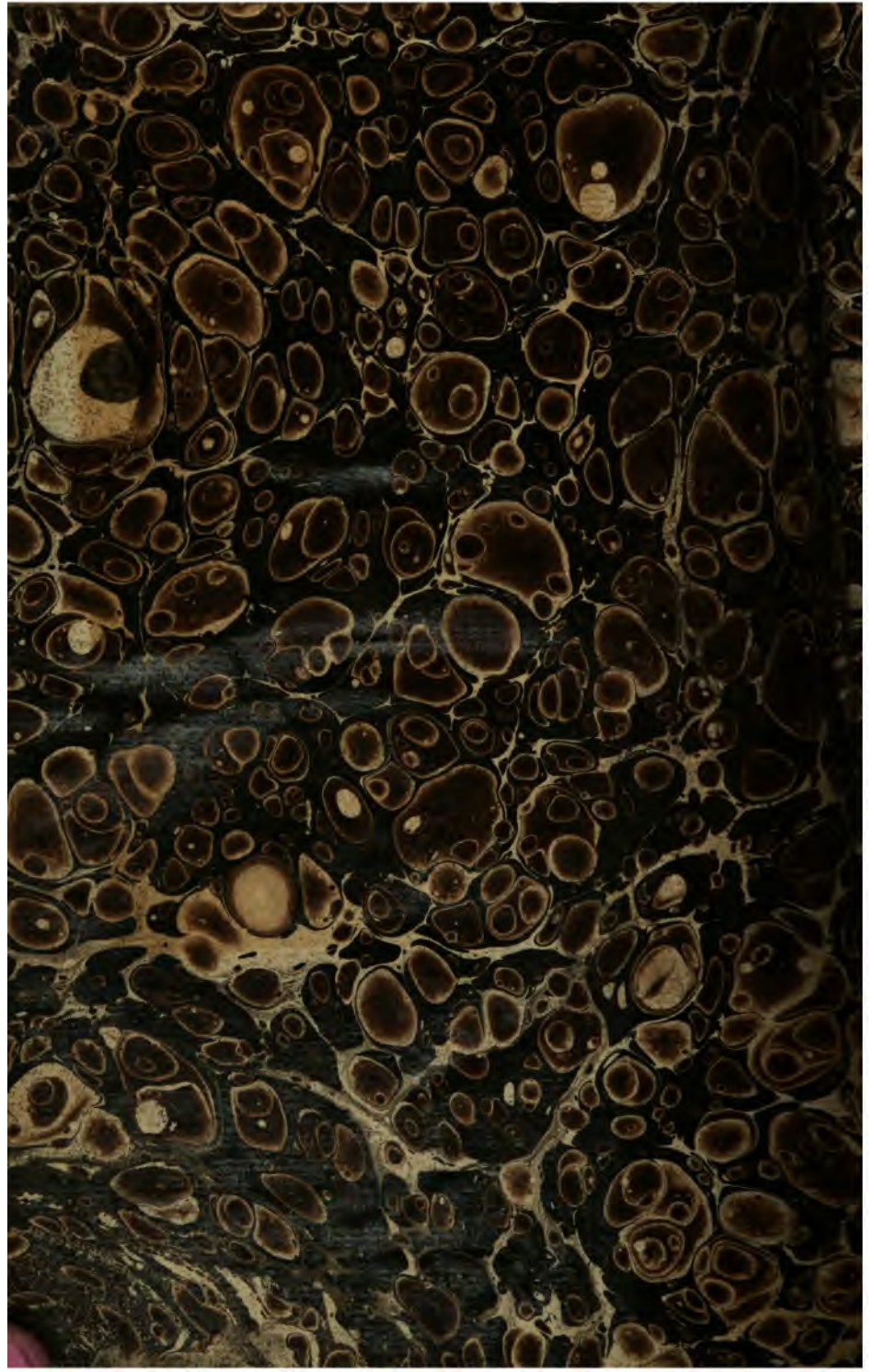
Z

Zinc, en feuille, 1238.
— plaques de, 973, 1238.
— manière de pulvériser le, 308.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

Page 290, *ligne* 16, *au lieu de* 1141, *lisez* 1101.
id. *id.* *id.* 20, même correction.
id. *id.* *id.* 26, même correction.
id. 291, *id.* 9, même correction.
id. 290, *id.* 17, *au lieu de* une partie d'acide, *lisez* dix-neuf.
id. *id.* *id.* *id.* *id.* quatre, *lisez* quatre-vingt-un.



This book should be returned to
the Library on or before the last dat
stamped below.

A fine of five cents a day is incurre
by retaining it beyond the specifie
time.

Please return promptly.